



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Otomasi Industri

Pedagogik : Pengembangan Instrumen Penilaian
Profesional : Sistem Otomasi Industri dengan Menggunakan PLC

KELOMPOK
KOMPETENSI





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Otomasi Industri

Penyusun :

**Drs. Ta'ali, MT
UNP Padang
taalimt@gmail.com
08126775001**

Reviewer :

**Wiono, S.Pd
PPPPTK BBL Medan
wiono_p4tkmdn@yahoo.com
082168826219**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK
MEDAN
2016**



KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Pedoman Penyusunan Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan merupakan petunjuk bagi penyelenggara pelatihan di dalam melaksanakan pengembangan modul. Pedoman ini disajikan untuk memberikan informasi tentang penyusunan modul sebagai salah satu bentuk bahan dalam kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan bagi guru dan tenaga kependidikan.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan pedoman ini, mudah-mudahan pedoman ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi penyusun modul, pelaksanaan penyusunan modul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan modul diklat PKB.

Jakarta, Maret 2016

Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP. 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	xi
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	3
D. Ruang Lingkup	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul	4
Kegiatan Pembelajaran 1	5
PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN DAN EVALUASI PROSES HASIL BELAJAR.....	5
A. Tujuan Pembelajaran	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	5
C. Uraian Materi	5
D. Aktivitas Pembelajaran	5
E. Latihan/Kasus/Tugas	19
F. Rangkuman	19
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	20
H. Kunci Jawaban	21
Kegiatan Pembelajaran 2	22

PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES	22
A. Tujuan Pembelajaran	22
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	22
C. Uraian Materi	22
D. Aktivitas Pembelajaran	28
E. Latihan/Kasus/Tugas	29
F. Rangkuman	30
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	30
H. Kunci Jawaban	31
Kegiatan Pembelajaran 3	32
PENGEMBANGAN INSTRUMEN NON TES	32
A. Tujuan Pembelajaran	32
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	32
C. Uraian Materi	32
D. Aktivitas Pembelajaran	32
E. Latihan/Kasus/Tugas	52
F. Rangkuman	52
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	52
H. Kunci Jawaban	54
Kegiatan Pembelajaran 4	55
PEDOMAN PENYEKORAN	55
A. Tujuan Pembelajaran	55
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	55
C. Uraian Materi	55

D. Aktivitas Pembelajaran	75
E. Latihan/Kasus/Tugas	76
F. Rangkuman	76
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	73
H. Kunci Jawaban	75
Kegiatan Pembelajaran 5	79
RANGKAIAN PNEUMATIK DENGAN KONTROL PLC	79
A. Tujuan Pembelajaran	79
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	79
C. Uraian Materi	79
D. Aktivitas Pembelajaran	104
E. Latihan/Kasus/Tugas	105
F. Rangkuman	105
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	106
H. Kunci Jawaban	106
Kegiatan Pembelajaran 6	108
KONTROL MOTOR LISTRIK MENGGUNAKAN PLC	108
A. Tujuan Pembelajaran	108
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	108
C. Uraian Materi	108
D. Aktivitas Pembelajaran	125
E. Latihan/Kasus/Tugas	125
F. Rangkuman	126
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	127

H. Kunci Jawaban	127
Kegiatan Pembelajaran 7	132
PARAMETER SISTEM HMI	132
A. Tujuan Pembelajaran	132
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	132
C. Uraian Materi	132
D. Aktivitas Pembelajaran	180
E. Latihan/Kasus/Tugas	181
F. Rangkuman	182
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	183
H. Kunci Jawaban	184
Kegiatan Pembelajaran 8	185
PARAMETER SISTEM HMI	185
A. Tujuan Pembelajaran	185
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	185
C. Uraian Materi	185
D. Aktivitas Pembelajaran	200
E. Latihan/Kasus/Tugas	201
F. Rangkuman	201
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	202
H. Kunci Jawaban	202

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
Gambar 1. Switch dan relay	80
Gambar 2a. Penggerak mekanik (roller)	80
Gambar 2b. Penggerak manual	81
Gambar 3. Relay coil dan kontak relay	81
Gambar 4. Relay dan actuator coil	82
Gambar 5. Audio dan visual indicator	82
Gambar 6. Alat-alat ukur listrik	83
Gambar 7. Suplai energi listrik	83
Gambar 8. Penggerak mekanik dan penggerak elektris	84
Gambar 9a. Jika S1 ditekan maka L1 akan nyala	85
Gambar 9b. Jika S1 dan S2 ditekan maka L1 akan nyala	85
Gambar 9c. Jika salah satu dari S1 dan S2 atau dua-duanya ditekan maka L1 akan nyala . Rangkaian ini disebut fungsi logic OR	85
Gambar 9d. Jika salah satu dari S1 dan S2 ditekan maka L1 akan nyala, selain itu tidak nyala. Rangkaian ini disebut fungsi logic EX- OR	85
Gb 10. Rangkaian lampu untuk contoh soal 1	86
Gb.11. Rangkaian langsung	86
Gambar 12. Rangkaian tidak langsung	86
Gambar 13. Rangkaian listrik satu lampu dengan sirkuit mengunci ..	87
Gb.14. Diagram ladder	88
Gambar 15. CPU rack dan Expansion rack	89

Gambar 16a. Diagram rangkaian elektrik	91
Gambar 16b. Diagram ladder	91
Gambar 16c. Diagram rangkaian elektrik	91
Gambar 16d. Diagram ladder	91
Gambar 16e. Diagram rangakain elektrik	92
Gambar 16f. Diagram ladder	92
Gambar 16g. Diagram rangkaian elektrik bentuk lain	93
Gambar 16h. Diagram ladder dari rangkaian elektrik pada Gb.16g ...	94
Gambar 17. Diagram pneumatic yang dikontrol oleh wire logic posisi maju- mundur dengan menggunakan saklar S1	95
Gambar 18. Skema instalasi PLC pneumatik	96
Gambar 19. Diagram ladder untuk diagram rangkaian elektrik pada Gb.18	96
Gambar 20. Diagram ladder untuk diagram rangkaian elektrik pada Gb.18, tetapi dengan sirkuit mengunci (latching)	97
Gambar 21. Diagram ladder contoh soal 3	98
Gambar 22. Diagram rangkaian pneumatik yang akan dikorelasikan dengan diagram ladder	99
Gambar 23a. Skema instalasi pemasangan hardware PLC pada rangkaian pneumatik	99
Gambar 23b. Skema instalasi rangkaian pneumatik	100
Gambar 24a. Cara pemasangan input positif dengan sensor PNP dan reed switch	101
Gambar 24b. Cara pemasangan input negatif dengan sensor NPN dan Reed switch	102

Gambar 24c. Cara pemasangan output coil dapat kita gunakan tegangan AC atau DC	103
Gambar 24d. Cara pemasangan output positif jenis transistor	103
Gambar 25. Soal latihan	105
Gambar 26. Ladder diagram jawaban latihan	107
Gambar 27. Peralatan untuk kontrol motor dengan PLC	109
Gambar 28. Rangkaian star-Stop motor menggunakan PLC	110
Gambar 29a. Rangkaian star-Stop motor menggunakan PLC Saat tombol START ditekan	110
Gambar 29b. Rangkaian star-Stop motor menggunakan PLC Setelah tombol START ditekan, dilepaskan dan mengunci	111
Gambar 29c. Rangkaian star-Stop motor menggunakan PLC Saat tombol STOP ditekan	111
Gambar 30a. Rangkaian star-Stop motor dengan PLC dilengkapi lampu indikator, Kondisi normal tanpa ada tombol yang ditekan lampu indikator STOP menyala	112
Gambar 30b. Rangkaian star-Stop motor dengan PLC dilengkapi lampu indikator, Kondisi saat tombol START ditekan, output Q0.0 ON dan lampu indikator pada Q0.1 menyala	112
Gambar 31. Rangkaian star-Stop motor dengan PLC dilengkapi lampu indikator dan limit switch	113
Gambar 32. Ilustrasi kontrol ban conveyor dengan PLC	114
Gambar 33a. Rangkaian ladder untuk kontrol ban conveyor dengan PLC (dengan ZelioSoft)	114
Gambar 33b. Rangkaian ladder untuk kontrol ban conveyor dengan PLC (dengan LogoSoft)	115
Gambar 34. Rangkaian FBD untuk kontrol ban conveyor dengan PLC ... 116	
Gambar 35. Rangkaian pengawatan untuk kontrol ban conveyor dengan PLC	117
Gambar 36. Rangkaian daya untuk kontrol ban conveyor dengan PLC .. 118	
Gambar 37. Ladder diagram pembalik putaran motor listrik 3 fasa .	120

Gambar 38. Rangkaian pengawatan pembalik putaran motor listrik 3 fasa 121	
Gambar 39. Rangkaian pengawatan modul trainer pembalik putaran motor listrik 3 fasa	121
Gambar 40. Rangkaian daya untuk membalik putaran motor induksi 3 fasa	123
Gambar 41. Rangkaian konvensional kontrol untuk membalik putaran motor induksi 3 fasa	124
Gambar 42. Rangkaian daya dan kontrol untuk star Bintang-Segitiga 128	
Gambar 43a. Rangkaian simulasi untuk kontrol motor star Bintang- Segitiga (dengan Program CX-Programmer).....	129
Gambar 43b. Rangkaian simulasi untuk kontrol motor star Bintang- Segitiga (dengan program LogoSoft)	130
Gambar 44. Rangkaian pengawatan untuk kontrol kontrol motor star Bintang-Segitiga	131
Gambar 45. Diagram alur pemrograman	136
Gambar 46. Instalasi PLC Pneumatik	137
Gambar 47. Prinsip kerja PLC	141
Gambar 48 : Contoh Sistem Berbasis PLC	142
Gambar 49: PLC dengan Rak-rak	140
Gambar 50. Perangkat pemrogram (Hand Held Programmer)	140
Gambar 51a: Modul Input DC (current Sinking)	145
Gambar 51b: Modul Input DC (Current Sourcing)	145
Gambar 51c: Modul Input AC/DC (Current Sourcing)	146
Gambar 52.: Modul Output DC (Current Sinking)	146
Gambar 53. Modul Output Relay	148
Gambar 54. Komponen fisik mesin press	150
Gambar 55a: PLC & Perangkat Antarmuka Kontrol Mesin Press	150
Gambar 55b: Diagram Pengawatan Kontrol Mesin Press	151
Gambar 56. Contoh Blok Diagram Kontrol Pengisian Tangki, Aliran Sinyal serta Aliran Daya	157
Gambar 57: Tahapan untuk Menentukan Pengelompokan	157
Gambar 58a: Aliran Sinyal pada Motor Pompa	159
Gambar 58b :Rangkaian Modul input & Output	159

Gambar 59.: Konfigurasi Aliran Divergen	159
Gambar 60: Konfigurasi Aliran Konvergen	160
Gambar 61 : Konfigurasi Aliran dgn Umpan-balik	160
Gambar 62: Jalur Pensaklaran	160
Gambar 63. Langkah Pelacakan pada Konfigurasi Devergen	160
Gambar 64. Aturan konvergen	161
Gambar 64. Aturan Umpan Balik	162
Gambar 65. Aturan Pensaklaran	162
Gambar 66. Urutan pelacakan kerusakan	163
Gambar 67. Diagram kontrol sistem tangki air	164
Gambar 68 : Simbol Rangkaian untuk Relay	166
Gambar 69: Diagram Ladder Relay untuk kasus pengaturan kerja motor.	
167	
Gambar 70: Timer Elektronik	169
Gambar 71: Pelacakan Kerusakan Modul Input,	173
Gambar 72: Pelacakan Modul Output Deskrit .(a). Petunjuk pemeliharaan,	
(b). Pengukuran tegangan input	176
Gambar 74. Instalasi PLC Pneumatik contoh 10	179
Gambar 75. HMI dalam Sistem SCADA	186
Gambar 76. Contoh Jaringan pada Sistem SCADA	191
Gambar 77. Contoh jaringan pada sistem SCADA skala yang lebih besar	
.....	191
Gambar 78. Contoh lain sistem SCADA dengan HMI	192
Gambar 79. Sistem SCADA untuk skala industri/perusahaan	
berbasis web	193
Gambar 80. Contoh tampilan SCADA-HMI yang digunakan	
untuk sistem Spindle Mixer System	194
Gambar 81. Contoh tampilan SCADA-HMI yang digunakan untuk	
sistem Spindle Mixer System (lanjutan)	195
Gambar 82. Tipikal arsitektur RTU	198
Gambar 83. Tipikal arsitektur MTU	200

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
Tabel 1. SK-KD Teknik otomasi industri Kelas XI Semester 1	26
Tabel 2. Skala Thurstone Minat terhadap Pelajaran teknik otomasi industri	35
Tabel 3. Skala Likert Sikap terhadap Pelajaran Teknik otomasi industri	35
Tabel 4. Skala Beda Semantik Pelajaran teknik otomasi industri ...	36
Tabel 5. Kriteria Penafsiran	37
Tabel 6. Kisi-kisi Instrumen	40
Tabel 7. Bentuk Instrumen	41
Tabel 8. Butir-butir Pernyataan Angket	42
Tabel 9. Kriteria Penafsiran	46
Tabel 10. Pedoman penyekoran holistik (penyekoran kreativitas berpikir)	72
Tabel 11. bit-bit IR (Internal Relay) pada rack CPU	89
Tabel 12. Alokasi Input dan Output pada PLC dan Pneumatik	98

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam Permendiknas No 16 Tahun 2007 tentang Kualifikasi Akademik dan Standar Kompetensi Guru dinyatakan bahwa salah satu kompetensi inti guru adalah menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar. Untuk Kompetensi level 9 Kompetensi inti tersebut dijabarkan dalam enam kompetensi, yaitu: 1) memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu, 2) menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu, 3) menentukan prosedur penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, 4) mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, 5) mengadministrasikan penilaian proses dan hasil belajar secara berkesinambungan dengan menggunakan berbagai instrumen, 6) menganalisis hasil penilaian proses dan hasil belajar untuk berbagai tujuan. Memperhatikan tuntutan kompetensi guru pada Permendiknas di atas, dapat diketahui bahwa salah satu kompetensi yang harus dimiliki guru adalah mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar. Kompetensi ini tidak terpisah dengan kompetensi lainnya.

Untuk kompetensi professional level 9 guru harus memiliki kompetensi inti Mengoperasikan sistem kontrol dan operasi generator dalam sistem pembangkit tenaga listrik, Kompetensi inti tersebut dijabarkan dalam tiga kompetensi, yaitu: 1) Menganalisa sistem kontrol dan operasi generator dalam sistem pembangkitan tenaga listrik, 2) Merumuskan sistem kontrol dan operasi generator dalam sistem pembangkitan tenaga listrik, 3) Melaksanakan pengoperasian sistem kontrol dan operasi generator dalam sistem pembangkit tenaga listrik

Pengembangan isi modul ini diarahkan sedemikian rupa sehingga materi pembelajaran yang terkandung didalam disusun berdasarkan topik-topik

selektif untuk mencapai kompetensi dalam Mengoperasikan sistem kontrol dan operasi generator dalam sistem pembangkit tenaga listrik

B. Tujuan

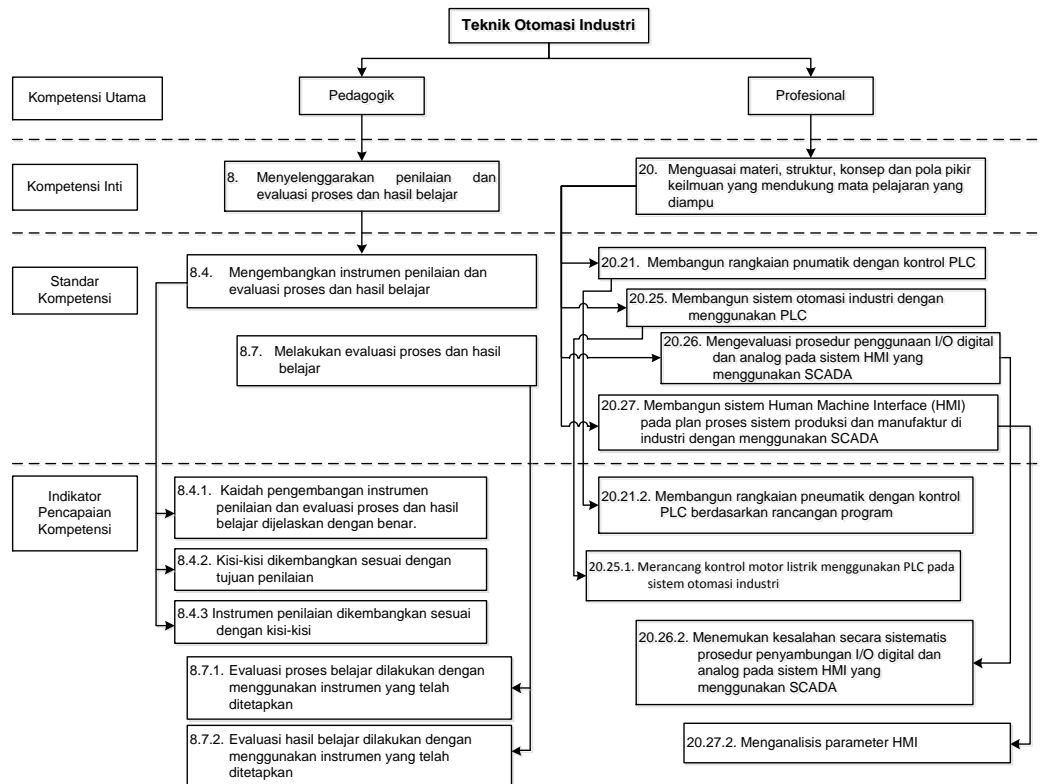
Penulisan modul ini dimaksudkan sebagai bahan fasilitas bagi guru SMK dalam mata pelajaran pembangkit tenaga listrik dalam meningkatkan kompetensinya dalam bidang pedagogik level 9 dan bidang profesional level 9.

Setelah mempelajari modul ini diharapkan guru mampu:

1. Mengevaluasi hasil belajar dilakukan dengan menggunakan instrumen yang telah ditetapkan
2. Menganalisa sistem kontrol dan operasi generator dalam sistem pembangkitan tenaga listrik
3. Merumuskan sistem kontrol dan operasi generator dalam sistem pembangkitan tenaga listrik
4. Melaksanakan pengoperasian sistem kontrol dan operasi generator dalam sistem pembangkitan tenaga listrik
5. Peserta diklat mampu mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses hasil belajar
6. Peserta diklat mampu mengembangkan instrument test untuk proses pembelajaran
7. Peserta diklat mampu mengembangkan instrumen non tes untuk proses pembelajaran
8. Peserta diklat mampu melakukan penyekoran dalam evaluasi untuk proses pembelajaran
9. Peserta diklat mampu merakit rangkaian pneumatik sesuai dengan prosedur rakitan
10. Peserta didik dapat mengkombinasikan antara rangkaian pneumatik dan kontrol PLC sesuai dengan prosedur rakitan
11. Peserta diklat mampu merancang kontrol motor listrik menggunakan PLC pada sistem otomasi industri secara benar
12. Peserta diklat dapat membuat rangkaian kontrol motor listrik dengan PLC sistem otomasi industri secara benar

13. Peserta diklat dapat mendiagnosa kesalahan yang terjadi pada sistem PLC secara sistematis.
14. Peserta diklat dapat menentukan kesalahan yang terjadi pada sistem PLC secara sistematis.
15. Peserta diklat dapat mendiagnosa kesalahan yang terjadi pada sistem pneumatik secara sistematis.
16. Peserta diklat dapat menentukan kesalahan yang terjadi pada sistem pneumatik secara sistematis.

C. Peta Kompetensi



D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi modul adalah adalah..:

1. Mengevaluasi hasil belajar dilakukan dengan menggunakan instrumen yang telah ditetapkan
2. Menganalisa sistem kontrol dan operasi generator dalam sistem pembangkitan tenaga listrik
3. Merumuskan sistem kontrol dan operasi generator dalam sistem pembangkitan tenaga listrik
4. Melaksanakan pengoperasian sistem kontrol dan operasi generator dalam sistem pembangkitan tenaga listrik

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Modul ini dibagi dalam 4 kegiatan belajar yang tersusun secara sistematis dimana anda harus pelajari secara tuntas setiap kegiatan belajar mulai dari kegiatan belajar 1, 2, 3 dan 4 secara berurutan. Sebelum anda beralih kekegiatan belajar berikutnya anda harus mengerjakan test perfomence yang telah disiapkan pada setiap akhir pokok bahasan/kegiatan belajar. Untuk meyakinkan jawaban anda bias menggunakan kunci jawaban yang telah tersedia.

Untuk lulus dari modul ini anda harus telah mengerjakan seluruh latihan dengan benar dengan skor minimum 85.

Kegiatan Pembelajaran 1

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN DAN EVALUASI PROSES HASIL BELAJAR

A. Tujuan.

Penulisan modul ini dimaksudkan sebagai bahan fasilitasi bagi guru SMK bidang Teknik Otomasi Industri dalam meningkatkan kompetensinya menyusun instrumen penilaian hasil belajar teknik otomasi industri, baik tes maupun non tes

B. Indikator Pencapaian kompetensi

Kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar dijelaskan dengan benar.

C. Uraian Materi

1. Konsep Dasar Penilaian

Kompetensi yang diharapkan dalam mempelajari modul ini adalah

1. Memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu
2. Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran teknik otomasi industri .
3. Menunjukkan etos kerja dan tanggung jawab yang tinggi
4. Bangga menjadi guru dan percaya pada diri sendiri
5. Belajar mandiri secara profesional
6. Memahami tujuan pembelajaran yang diampu

Penilaian merupakan bagian integral kegiatan pembelajaran teknik otomasi industri di kelas. Namun tidak setiap guru memiliki pemahaman yang tepat tentang penilaian. Apakah pengertian sebenarnya dari penilaian? Apa saja objek penilaian pembelajaran teknik otomasi industri? Apa saja teknik dan jenis penilaian yang dapat digunakan? Pertanyaan pertanyaan dasar ini dapat menjadi pertanyaan reflektif bagi setiap guru mengukur tingkat pemahamannya tentang penilaian.

Pemahaman guru tentang pengertian penilaian, objek penilaian, teknik penilaian dan jenis penilaian dalam pembelajaran teknik otomasi industri sangat penting karena akan mempengaruhi hampir seluruh aktivitas penilaian. Modul ini akan membantu Anda meningkatkan kompetensi sesuai tuntutan Permendiknas No 16 Tahun 2007 tentang Standar Kompetensi Guru.

Modul ini difokuskan pada pembahasan mengenai konsep dasar penilaian dan instrumen penilaian. Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda:

- a. Mampu menjelaskan pengertian penilaian, objek penilaian, teknik, dan jenis penilaian pada pembelajaran teknik otomasi industri

- b. Mampu menjelaskan pengertian dan jenis-jenis instrumen penilaian pada pembelajaran teknik otomasi industri.

Untuk membantu Anda mencapai kompetensi serta tujuan di atas, sub modul ini akan memfasilitasi Anda melalui 2 kegiatan belajar, yaitu:

- a. Memahami Pengertian, Objek, Teknik, dan Jenis Penilaian
- b. Memahami Pengertian dan Jenis-Jenis Instrumen Penilaian.

2. Memahami Pengertian, Objek, dan Teknik Penilaian

Selama ini istilah penilaian sering rancu dipahami dengan istilah pengukuran dan evaluasi. Apakah ketiganya memiliki arti yang sama? Apa sajakah objek penilaian pembelajaran teknik otomasi industri? Teknik penilaian apa saja yang dapat digunakan guru untuk menilai keseluruhan objek belajar teknik otomasi industri?

Penilaian merupakan kegiatan sangat penting dalam pembelajaran teknik otomasi industri. Penilaian dapat memberikan umpan balik yang konstruktif bagi guru maupun siswa. Berdasarkan hasil penilaian, guru dapat mengambil keputusan secara tepat untuk menentukan langkah yang harus dilakukan selanjutnya. Guru juga dapat mengetahui seberapa jauh keberhasilan belajar teknik otomasi industri siswa serta ketepatan metode mengajar yang digunakan. Hasil penilaian juga dapat memberikan motivasi kepada siswa untuk berprestasi lebih baik. Bahkan penilaian dapat mempengaruhi perilaku belajar karena siswa cenderung mengarahkan kegiatan belajarnya menuju muara penilaian yang dilakukan guru. Oleh karena pentingnya penilaian, setiap guru teknik otomasi industri harus memiliki pemahaman yang benar tentang berbagai aspek penilaian, baik pengertian, objek, teknik maupun jenis penilaian, sehingga dapat merancang dan melaksanakan penilaian pembelajaran teknik otomasi industri dengan baik.

a. Pengertian penilaian

Ada dua istilah terkait dengan konsep penilaian (*assesment*), yaitu pengukuran (*measurement*) dan evaluasi (*evaluation*) (Djemari Mardaphi, 2007). Pengukuran adalah proses penetapan angka terhadap suatu gejala menurut aturan tertentu. Sedangkan evaluasi adalah penilaian yang sistematis tentang manfaat atau kegunaan suatu objek. Dalam melakukan evaluasi di dalamnya ada kegiatan untuk menentukan nilai (misalkan: paham-tidak paham, baik-buruk, atau tuntas-tidak tuntas), sehingga ada unsure *judgement*. Pengukuran, penilaian, dan evaluasi adalah hirarki. Pengukuran membandingkan hasil pengamatan dengan kriteria, penilaian menjelaskan dan menafsirkan hasil pengukuran, sedang evaluasi adalah penetapan nilai atau implikasi suatu perilaku, baik perilaku individu maupun lembaga.

Pada Permendiknas No 20 tahun 2007 tentang standar penilaian dijelaskan bahwa penilaian adalah proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk menentukan pencapaian hasil belajar siswa. Penilaian tidak sekedar pengumpulan data siswa, tetapi juga pengolahannya untuk memperoleh gambaran proses dan hasil belajar siswa. Penilaian tidak sekedar memberi soal siswa kemudian selesai, tetapi guru harus menindaklanjutinya untuk kepentingan pembelajaran.

Pada Permendiknas No 20 tahun 2007 juga disebutkan bahwa penilaian hasil belajar peserta didik pada jenjang pendidikan dasar dan menengah harus memperhatikan prinsip-prinsip sebagai berikut:

- a. **sahih**, berarti penilaian didasarkan pada data yang mencerminkan kemampuan yang diukur.
- b. **objektif**, berarti penilaian didasarkan pada prosedur dan kriteria yang jelas, tidak dipengaruhi subjektivitas penilai.
- c. **adil**, berarti penilaian tidak menguntungkan atau merugikan peserta didik karena berkebutuhan khusus serta perbedaan latar belakang agama, suku, budaya, adat istiadat, status sosial ekonomi, dan gender.
- d. **terpadu**, berarti penilaian oleh guru merupakan salah satu komponen yang tak terpisahkan dari kegiatan pembelajaran.

- e. **terbuka**, berarti prosedur penilaian, kriteria penilaian, dan dasar pengambilan keputusan dapat diketahui oleh pihak yang berkepentingan.
- f. **menyeluruh dan berkesinambungan**, berarti penilaian oleh guru mencakup semua aspek kompetensi dengan menggunakan berbagai teknik penilaian yang sesuai, untuk memantau perkembangan kemampuan peserta didik.
- g. **sistematis**, berarti penilaian dilakukan secara berencana dan bertahap dengan mengikuti langkah-langkah baku.
- h. **beracuan kriteria**, berarti penilaian didasarkan pada ukuran pencapaian kompetensi yang ditetapkan.
- i. **akuntabel**, berarti penilaian dapat dipertanggung jawabkan, baik dari segi teknik, prosedur, maupun hasilnya.

b. Objek penilaian

Objek penilaian yang dimaksudkan disini merujuk pada apa yang menjadi sasaran dari penilaian pembelajaran teknik otomasi industri. Sampai saat ini pembelajaran teknik otomasi industri banyak yang lebih menekankan pada penguasaan materi teknik otomasi industri dan aplikasinya untuk memecahkan masalah yang berhubungan dengan materi teknik otomasi industri. Situasi ini menyebabkan penilaian pembelajaran teknik otomasi industri hanya berorientasi pada pengukuran domain yang dangkal dan sempit, tidak menyangkut kompetensi teknik otomasi industri yang lebih tinggi. Praktek ini berdampak tidak optimalnya hasil belajar teknik otomasi industri.

Untuk memahami objek penilaian pembelajaran teknik otomasi industri, guru perlu memperhatikan beberapa ketentuan yang telah ditetapkan pemerintah. Pada Permendiknas No 22 Tahun 2006 tentang standar isi disebutkan bahwa mata pelajaran teknik otomasi industri bertujuan agar siswa memiliki kemampuan berikut:

- a. Memahami konsep teknik otomasi industri, menjelaskan keterkaitan antara konsep konsep atau algoritma, secara luwes, akurat, efisien, dan tepat, dalam pemecahan masalah
- b. Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan teknik otomasi industri
- c. Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang teknik otomasi industri, menyelesaikan model dan menafsirkan solusi yang diperoleh
- d. Mengomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah
- e. Memiliki sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari Teknik Otomasi Industri, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Permendiknas No 16 tahun 2007 tentang standar kualifikasi akademik dan kompetensi guru mengamanatkan bahwa penilaian harus sesuai dengan karakteristik mata pelajaran. Karakteristik teknik otomasi industri mengarahkan visi teknik otomasi industri pada dua arah pengembangan, yaitu untuk memenuhi kebutuhan masa kini dan kebutuhan masa datang . Visi pertama mengarahkan pembelajaran teknik otomasi industri untuk pemahaman konsep dan idea teknik otomasi industri yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah teknik otomasi industri dan ilmu pengetahuan lainnya

Visi kedua dalam arti yang lebih luas dan mengarah ke masa depan, teknik otomasi industri memberi peluang berkembangnya kemampuan berfikir logis, sistematis, kritis dan cermat, kreatif, menumbuhkan rasa percaya diri, dan rasa keindahan terhadap keteraturan sifat teknik otomasi industri, serta mengembangkan sikap obyektif dan terbuka. Kedua visi tersebut harus menjadi perhatian juga dalam penilaian.

Dari uraian di atas disimpulkan bahwa objek penilaian pembelajaran teknik otomasi industri tidak hanya penguasaan materi oleh siswa, tetapi juga penguasaan kompetensi sesuai tujuan pembelajaran teknik otomasi industri

di sekolah menurut Permendiknas No 22 tahun 2006 dan Permendiknas No. 23 tahun 2006. Selain itu, penilaian pembelajaran teknik otomasi industri juga harus memperhatikan karakteristik teknik otomasi industri sehingga perlu diarahkan pula untuk mengumpulkan informasi perkembangan kemampuan berpikir lebih tinggi (*higher order thinking*) siswa serta perkembangan pribadi.

c. Teknik penilaian.

Penilaian proses dan hasil belajar teknik otomasi industri siswa dapat dilakukan dengan teknik tes dan non tes. Teknik tes dapat berupa tes tertulis, tes lisan, dan tes praktik atau tes kinerja yang digunakan untuk mengukur proses dan hasil belajar aspek kognitif. Teknik non tes dapat berupa observasi, penugasan perseorangan atau kelompok, angket, dan bentuk lain yang sesuai dengan karakteristik kompetensi dan tingkat perkembangan peserta didik. Teknik observasi atau pengamatan dilakukan selama pembelajaran berlangsung dan/atau di luar untuk mengumpulkan data tentang pemahaman siswa, sikap terhadap pelajaran, kemampuan memecahkan masalah, kerjasama, kebutuhan bantuan dalam belajar, motivasi belajar, dan lain-lain. Teknik penugasan baik perseorangan maupun kelompok dapat berbentuk tugas rumah dan/atau proyek yang digunakan untuk mengumpulkan data tentang penguasaan kompetensi serta kecakapan/keterampilan tertentu. Teknik angket digunakan untuk menjangkau informasi berdasarkan pengakuan dan pendapat siswa melalui respon mereka terhadap pernyataan/pertanyaan yang diajukan dalam angket.

Beragam teknik di atas memberikan alternatif yang dapat digunakan dalam penilaian pembelajaran teknik otomasi industri. Tes tidak lagi harus diandalkan menjadi satu-satunya teknik penilaian dalam pembelajaran teknik otomasi industri. Dominasi penggunaan tes dalam penilaian selama ini telah menghilangkan peluang pemerolehan informasi belajar teknik otomasi industri yang holistik dan mendalam. Namun tidak berarti tes tidak boleh digunakan lagi. Sesuai dengan karakteristik dasar teknik otomasi industri, tes tetap menjadi salah satu cara pengumpulan data belajar teknik otomasi industri siswa. Jika tes digunakan, tes juga harus diarahkan pada

penggalan informasi yang bervariasi dan berorientasi tingkatberpikir yang lebih tinggi. Objek belajar teknik otomasi industri yang luas membutuhkan tes yang lebih terbuka dan memberi kesempatan lebih luas bagi siswa menunjukkan bagian kompetensi matematis yang sudah dan belum dikuasai.

2. Pengertian dan Jenis Instrumen Penilaian

Bu Eruk, seorang guru teknik otomasi industri kelas X, melakukan penilaian mata pelajaran teknik otomasi industri pada KD "*Membangun rangkaian pneumatik dengan kontrol PLC berdasarkan rancangan program*" dengan menggunakan tes pilihan ganda. Apakah penilaian KD tersebut tepat hanya menggunakan tes berbentuk pilihan ganda?

Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia, 2001) kata instrumen dapat diartikan sebagai: (1) alat yang digunakan dalam suatu kegiatan, atau (2) sarana untuk mengumpulkan data sebagai bahan pengolahan. Jadi instrumen penilaian pembelajaran teknik otomasi industri dapat diartikan sebagai alat yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penilaian pembelajaran teknik otomasi industri.

Sesuai dengan teknik penilaian yang digunakan, instrumen penilaian dapat berupa instrumen tes atau instrumen non tes.

a. Instrumen tes

Ditinjau dari tujuannya, ada empat macam tes, yaitu:

- 1) Tes penempatan adalah tes yang diperlukan untuk menempatkan siswa dalam kelompok siswa sesuai dengan kemampuannya.
- 2) Tes diagnostik adalah tes hasil belajar yang digunakan untuk mengetahui kelemahan dan kekurangan, sebagai dasar perbaikan.
- 3) Tes formatif dimaksudkan sebagai tes yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana siswa telah terbentuk setelah mengikuti proses belajar mengajar.
- 4) Tes sumatif adalah tes yang digunakan untuk mengetahui penguasaan kompetensi siswa dalam satuan waktu tertentu seperti catur wulan atau semester. Sedangkan berdasarkan bentuk

pertanyaannya, tes dapat berbentuk objektif dan esay (Hamzah B. Uno, dkk., 2001).

b. Tes objektif

Tes objektif adalah tes dimana keseluruhan informasi yang diperlukan untuk menjawab tes telah tersedia dan peserta harus memilih salah satu alternatif yang disediakan tersebut. Terdapat beberapa bentuk tes objektif, yaitu:

1) Tes benar salah

Tes benar salah adalah tes yang memuat pernyataan benar atau salah. Peserta bertugas menandai masing-masing pernyataan itu dengan melingkari huruf “B” jika pernyataan benar, dan “S” jika pernyataan salah.

Contoh:

B-S 1. Pemeliharaan generator harus dalam keadaan generator tidak bekerja.

B-S 2. Excitasi generator bisa diambil dari sumber diluar generator.

Bentuk tes benar salah saat ini jarang digunakan guru teknik otomasi industri. Padahal melalui tes benar salah ini banyak domain belajar teknik otomasi industri yang bisa di gali, misal: pemahaman konsep, kemampuan bernalar, analisis dan lain-lain. Dua butir pertanyaan benar salah di atas dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman konsep.

2) Tes pilihan ganda

Tes pilihan ganda adalah tes yang memuat serangkaian informasi yang belum lengkap, dan untuk melengkapinya dilakukan dengan memilih berbagai alternative pilihan yang disediakan. Ada empat variasi tes pilihan ganda, yaitu: tes pilihan ganda biasa, asosiasi, hubungan antar hal, dan menjodohkan.

a) Tes pilihan ganda, adalah soal yang disertai beberapa alternatif jawaban dimana hanya tersedia 1 pilihan benar, dan siswa tugasnya adalah memilih mana dari alternatif-alternatif tersebut yang benar.

b) Tes asosiasi, merupakan modifikasi dari tes pilihan ganda biasa. Bentuk asosiasi juga terdiri dari satu pernyataan dan beberapa alternatif jawaban, hanya saja terdapat lebih dari satu jawaban yang benar. Salah satu bentuknya adalah dengan mengikuti petunjuk sebagai berikut: Petunjuk mengerjakan soal:

Pilihan a bila jawaban 1, 2, dan 3 benar

Pilihan b bila jawaban 1 dan 3 benar

Pilihan c bila jawaban 2 dan 4 benar

Pilihan d bila jawaban 4 saja yang benar

Saat ini bentuk tes ini jarang digunakan. Padahal bentuk tes ini tidak kalah potensialitasnya dibanding tes pilihan ganda biasa. Dibanding tes pilihan ganda biasa, tes bentuk ini lebih menuntut siswa bernalar, melihat semua kemungkinan jawaban, dan juga melihat hubungan antar bagian.

3) Tes hubungan antar hal.

Tes hubungan antar hal adalah soal yang memuat pernyataan dan alasan, dengan pola memuat pernyataan dan memuat alasan. Petunjuk pilihan:

- a) Jika pernyataan benar, alasan benar, dan ada hubungan sebab akibat
- b) .Jika pernyataan benar, alasan benar, dan tidak ada hubungan sebab akibat
- c) Jika pernyataan benar, alasan salah
- d) Jika pernyataan salah, dan alasan salah
- e) Baik pernyataan maupun alasan salah

Tes ini jarang digunakan, padahal tes hubungan antar hal ini sangat baik digunakan untuk mengukur banyak dimensi belajar teknik

otomasi industri, antara lain: kemampuan bernalar siswa, pemahaman konsep, hubungan antar konsep, kemampuan berpikir, dan lain-lain.

4) Tes menjodohkan

Tes menjodohkan dalam bentuk tradisional item tes menjodohkan terdiri dari dua kolom yang paralel. Tiap kata, bilangan, atau simbol dijodohkan dengan kalimat, frase, atau kata dalam kolom yang lain. Item pada kolom di mana penjodohan dicari disebut premis, sedangkan kolom di mana pilihan dicari disebut respon.

Tugas siswa adalah memasangkan antara premis dan respon berdasarkan aturan yang ditentukan. Tes menjodohkan ini juga relatif jarang digunakan dalam penilaian pembelajaran teknik otomasi industri. Padahal seperti halnya tes hubungan antar hal, tes bentuk ini juga dapat digunakan untuk mengukur banyak dimensi belajar teknik otomasi industri, antara lain: mengukur kemampuan bernalar siswa, pemahaman konsep, hubungan antarkonsep, kemampuan berpikir matematis, dan lain-lain.

5) Tes essay

Tes essay adalah suatu bentuk tes yang terdiri dari pertanyaan atau perintah yang menghendaki jawaban yang berupa uraian-uraian yang relatif panjang. Tes ini dirancang untuk mengukur hasil belajar di mana unsur yang diperlukan untuk menjawab soal dicari, diciptakan dan disusun sendiri siswa. Siswa harus menyusun sendiri kata dan kalimat untuk menjawabannya.

Tes essay diklasifikasikan menjadi beberapa bentuk, yaitu: uraian bebas (non objektif), uraian terstruktur (objektif), jawaban singkat, dan isian (melengkapi).

a). Uraian non objektif

Bentuk uraian bebas memberikan kebebasan untuk memberikan opini serta alasan yang diperlukan. Jawaban siswa tidak dibatasi oleh persyaratan tertentu.

b). Uraian objektif

Bentuk uraian terstruktur atau uraian terbatas meminta siswa untuk memberikan jawaban terhadap soal dengan persyaratan tertentu

c) Jawaban singkat

Tes jawaban singkat merupakan tipe item tes yang dapat dijawab dengan kata, frasa, bilangan, atau simbol. Tes jawaban singkat menggunakan pertanyaan langsung, dan siswa diminta memberi jawaban singkat, tepat dan jelas.

d). Bentuk melengkapi (isian)

Item tes melengkapi hampir sama dengan jawaban singkat, yaitu merupakan tipe item tes yang dapat dijawab dengan kata, frasa, bilangan atau simbol. Bedanya, item tes melengkapi merupakan pernyataan yang tidak lengkap, dan siswa diminta untuk melengkapi pernyataan tersebut.

Tes esay perlu lebih dikembangkan penggunaannya dalam penilaian pembelajaran teknik otomasi industri. Penggunaan tes esay selama ini agak kurang karena lebih dominan digunakan tes objektif. Padahal tes esay ini sangat baik untuk penilaian pembelajaran teknik otomasi industri karena memberi kesempatan pada siswa untuk menyusun jawaban sesuai dengan jalan pikirannya sendiri. Saat ini memang telah muncul kecenderungan kesadaran kembali menggunakan tes uraian, karena kesadaran bahwa:

- 1) Menurunnya hasil belajar teknik otomasi industri disinyalir karena dominannya tes objektif
- 2) Tes pilihan ganda tidak memberi kesempatan siswa mengkomunikasikan ide dengan tulisan karena terbiasa hanya memilih dari alternatif yang sudah ada.
- 3) Terlalu dominannya tes objektif dapat menyebabkan kurangnya daya analisis dan kemampuan berpikir karena terbiasa tes objektif yang bisa tebak jawaban

- 4) Kekuatan tes esay adalah dalam mengukur hasil belajar yang kompleks dan melibatkan level kognitif yang tinggi.
- 5) Melalui tes esay guru dapat mencermati proses berpikir siswa

6). Instrumen non tes

Ada beberapa macam instrumen non tes yang dapat digunakan dalam penilaian pembelajaran teknik otomasi industri, antara lain:

1) Angket/kuesioner

Angket adalah alat penilaian berupa daftar pertanyaan/ pernyataan tertulis untuk menjangkau informasi tentang sesuatu. Angket dapat digunakan untuk memperoleh informasi kognitif maupun afektif. Untuk penilaian aspek kognitif, angket digunakan untuk melengkapi data yang diperoleh dari tes sehingga data yang diperoleh lebih komprehensif.

2) Lembar observasi

Lembar obeservasi adalah pedoman yang digunakan guru dalam melakukan observasi pembelajaran. Observasi bisa dilakukan secara langsung tanpa menggunakan lembar observasi, tetapi jika guru menginginkan observasi yang terfokus maka sebaiknya guru menggunakan pedoman observasi ini.

3) Pedoman wawancara

Pedoman wawancara adalah pedoman yang digunakan guru dalam melakukan wawancara dengan siswa. Guru bisa wawancara langsung tanpa menggunakan pedoman wawancara, tetapi jika guru menginginkan wawancara yang lebih terfokus sebaiknya guru menggunakan pedoman wawancara ini.

4) Guru sebagai instrumen

Penggunaan berbagai teknik penilaian di atas menempatkan posisi guru sangat vital.

Guru merupakan pusat kegiatan penilaian sekaligus bertindak sebagai instrument penilaian (*human instrument*). Guru bertindak sebagai perancang penilaian, penentu sumber data, pengumpul data, pengolah data, menganalisis data, menafsirkan data dan mengambil kesimpulan. Peran besar guru ini mungkin dianggap sebagai ancaman terhadap objektivitas. Namun, sesungguhnya subjektivitas bukanlah kelemahan, melainkan potensi yang jika dapat dimanfaatkan secara optimal memungkinkan pemerolehan data lebih komprehensif dan bermakna. Peran langsung guru dalam penilaian diharapkan dapat menutup lubang data yang tidak dapat dihasilkan instrumen ukur penilaian. Tentu saja, guru harus terus meningkatkan kemampuan dan ketajaman dalam melakukan penilaian.

D. Aktifitas Pembelajaran

Aktifitas Pembelajaran yang harus dilakukan selama pelatihan adalah sebagai berikut;

1. Aktifitas Pembelajaran yang harus dilakukan peserta diklat adalah :

- a. Membaca dan mempelajari bahan referensi sebagai penunjang materi yang akan diberikan.
- b. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan.
- c. Meminta pelatih/instruktur untuk merespon kegiatan saudara.
- d. Menyelesaikan tes formatif tiap kegiatan pembelajaran.
- e. Menyelesaikan tugas-tugas praktek.
- f. Dalam mengerjakan latihan, cobalah sendiri terlebih dahulu sebelum melihat kunci jawaban.

- g. Kunci jawaban untuk masing-masing jawaban terdapat pada akhir kegiatan tersebut.

2. Perlengkapan yang harus disiapkan oleh pelatih/instruktur :

- a. Memberi penjelasan yang relevan dengan pembelajaran modul
- b. Memberi bantuan pada peserta pelatihan yang mengalami hambatan belajar
- c. Memeriksa tugas-tugas peserta pelatihan
- d. Menyediakan laboratorium yang dilengkapi komponen praktek yang dituntut dalam modul

3. Aktifitas yang harus dilakukan pelatih/instruktur adalah :

- a. Membantu peserta pelatihan dalam merencanakan Diklat yang akan ditempuh
- b. Membimbing peserta pelatihan peserta Diklat dalam kegiatan pelatihan.
- c. Membantu peserta pelatihan dalam memahami konsep dan praktek.
- d. Mengorganisasikan seluruh kegiatan pendidikan dan pelatihan.
- e. Mempersiapkan prosesi dan perangkat penilaian.
- f. Melaksanakan penilaian hasil pelatihan.
- g. Mencatat pencapaian kemajuan peserta Diklat.

E. Tugas/Latihan

- 1. Dalam penilaian pembelajaran teknik otomasi industri, menilai tidak sama dengan menyekor. Jelaskan mengapa demikian!
- 2. Sebutkan objek penilaian selain penguasaan materi oleh siswa yang perlu dinilai dalam pembelajaran teknik otomasi industri!
- 3. Sebutkan teknik penilaian selain tes pada penilaian pembelajaran teknik otomasi industri! Jelaskan pula untuk menilai aspek apa teknik tersebut!

F. Rangkuman

Penilaian adalah rangkaian kegiatan untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar siswa yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan, sehingga menjadi informasi yang objektif dalam pengambilan keputusan. Objek penilaian pembelajaran teknik otomasi industri tidak hanya penguasaan materi, tetapi juga penguasaan kompetensi sesuai tujuan pembelajaran teknik otomasi industri di sekolah menurut Permendiknas No. 22 Tahun 2006 dan Permendiknas No. 23 Tahun 2006, perkembangan kemampuan berpikir matematis lebih tinggi (*higher order thinking*) siswa serta perkembangan pribadian siswa. Penilaian pembelajaran teknik otomasi industri memerlukan beragam teknik, antara lain: tes, observasi, angket, atau wawancara. Instrumen penilaian pembelajaran teknik otomasi industri dapat berupa tes, angket, kuesioner, lembar observasi, dan pedoman wawancara. Pemilihan teknik penilaian disesuaikan dengan teknik penilaian yang digunakan.

G. Umpan Balik

Untuk mengetahui kebenaran jawaban Anda, silahkan cek kesesuaian jawaban Anda dengan uraian yang ada pada modul, atau berdiskusi dengan teman sejawat Anda. Bila Anda menemui kesulitan menyelesaikan soal latihan di atas, Anda dapat menghubungi penulis untuk dibicarakan lebih lanjut. Gunakanlah pedoman penilaian berikut untuk menentukan skor perolehan Anda:

-	-	.Aspek yang dinilai	-
o			kor
-	-	Seluruh penjelasan Anda sesuai dengan uraian pada modul	-
			0
-	-	Sebagian penjelasan Anda sesuai dengan uraian pada modul	-
			0

-	Seluruh jawaban tidak sesuai dengan uraian pada modul	-
-	Jawaban tentang jenis instrumen benar, penjelasan semua instrumen benar	-
-	Jawaban tentang jenis instrumen benar penjelasan 3 instrumen benar	0
-	Jawaban tentang jenis instrumen benar penjelasan 2 instrumen benar	0
-	Jawaban tentang jenis instrumen benar penjelasan 1 instrumen benar	0
-	Jawaban tetapi tidak disertai penjelasan masing-masing instrumen	0
-	Jawaban tetapi tidak disertai penjelasan masing-masing instrumen	0
-	Jawaban tidak benar	-

Bila kebenaran jawaban latihan Anda mencapai 75% atau lebih berarti Anda telah memahaminya sehingga Anda dapat melanjutkan belajar ke modul berikutnya.

H. Kunci Jawaban

1. Penilaian adalah rangkaian kegiatan untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar siswa yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan.
2. Objek penilaian pembelajaran teknik otomasi industri tidak hanya penguasaan materi, tetapi juga penguasaan kompetensi sesuai tujuan pembelajaran teknik otomasi industri di sekolah.

3. Penilaian pembelajaran teknik otomasi industri memerlukan beragam teknik, antara lain: tes, observasi, angket, atau wawancara. Instrumen penilaian pembelajaran teknik otomasi industri dapat berupa tes, angket, kuesioner, lembar observasi, dan pedoman wawancara. Pemilihan teknik penilaian disesuaikan dengan teknik penilaian yang digunakan.

Kegiatan Pembelajaran 2

PENGEMBANGAN INSTRUMENT TEST

A. Tujuan.

Penulisan modul ini dimaksudkan sebagai bahan fasilitasi bagi guru SMK bidang Teknik Otomasi Industri dalam meningkatkan kompetensinya menyusun instrumen test teknik otomasi industri, baik tes maupun non test

B. Indikator Pencapaian kompetensi

Kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar dijelaskan dengan benar

C . Pengembangan Instrumen Test

Kompetensi yang diharapkan dalam mempelajari modul ini adalah:

1. Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu .
2. Menentukan prosedur penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar
3. Mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar .

4. Bangga menjadi guru dan percaya pada diri sendiri
5. Belajar mandiri secara profesional
6. Memahami tujuan pembelajaran yang diampu

Untuk mengevaluasi hasil pembelajaran diperlukan tagihan kepada siswa, salah satu teknik penilaiannya adalah dengan tes. Tes antara lain dapat digunakan untuk mengetahui kompetensi awal siswa, tingkat pencapaian standar kompetensi, mengetahui perkembangan kompetensi siswa, mendiagnosa kesulitan belajar siswa, mengetahui hasil proses pembelajaran, memotivasi belajar siswa, dan memberikan umpan balik kepada guru untuk memperbaiki program pembelajarannya.

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan Anda mampu memahami prinsip dasar pengembangan instrumen tes dan mampu mengembangkan instrumen tes sesuai dengan langkah-langkah pengembangan instrumen tes. Modul Pengembangan Instrumen Tes terdiri atas 2 kegiatan belajar, yaitu:

1. Prinsip Dasar Pengembangan Instrumen Test
2. Langkah-langkah Pengembangan Instrumen Tes

1. Memahami Langkah-Langkah Pengembangan Instrumen Test

Bu Vera mengadakan ulangan tengah semester teknik otomasi industri . Dari hasil ulangan yang diperoleh siswa, seluruh siswa mendapatkan nilai yang bagus, yaitu mendapatkan nilai 9 dan 10. Melihat hal ini, mungkinkah salah satu penyebabnya adalah kualitas tes yang disusun Bu Vea? Sudah tepatkah tes yang dibuat Bu Vera untuk mengukur kemampuan siswa?

Apakah sudah sesuai dengan kaidah pengembangan instrumen tes?

Bagaimanakah cara mengembangkan tes yang tepat?

Berikut disajikan langkah-langkah untuk mengembangkan instrumen tes.

a. Menetapkan tujuan tes

Langkah awal dalam mengembangkan instrumen tes adalah menetapkan tujuannya. Tujuan ini penting ditetapkan sebelum tes dikembangkan

karena seperti apa dan bagaimana tes yang akan dikembangkan sangat bergantung untuk tujuan apa tes tersebut digunakan. Ditinjau dari tujuannya, ada empat macam tes yang banyak digunakan di lembaga pendidikan, yaitu : (a) tes penempatan, (b) tes diagnostik, (c) tes formatif, dan (d) tes sumatif (Thorndike & Hagen, 1977).

b. Melakukan analisis kurikulum.

Analisis kurikulum dilakukan dengan cara melihat dan menelaah kembali kurikulum yang ada berkaitan dengan tujuan tes yang telah ditetapkan. Langkah ini dimaksudkan agar dalam proses pengembangan instrumen tes selalu mengacu pada kurikulum (SKKD) yang sedang digunakan. Instrumen yang dikembangkan seharusnya sesuai dengan indikator pencapaian suatu KD yang terdapat dalam Standar Isi (SI).

c. Membuat kisi-kisi.

Kisi-kisi merupakan matriks yang berisi spesifikasi soal-soal (meliputi SK-KD, materi, indikator, dan bentuk soal) yang akan dibuat. Dalam membuat kisi-kisi ini, kita juga harus menentukan bentuk tes yang akan kita berikan. Beberapa bentuk tes yang ada antara lain: pilihan ganda, jawaban singkat, menjodohkan, tes benar-salah, uraian obyektif, atau tes uraian non obyektif. Untuk mempermudah dalam membuat kisi-kisi soal diberikan contoh kartu kisi-kisi soal di Kegiatan Belajar 2.

d. Menulis soal

Pada kegiatan menuliskan butir soal ini, setiap butir soal yang Anda tulis harus berdasarkan pada indikator yang telah dituliskan pada kisi-kisi dan dituangkan dalam spesifikasi butir soal. Bentuk butir soal mengacu pada deskripsi umum dan deskripsi khusus yang sudah dirancang dalam spesifikasi butir soal. □ Adapun untuk soal bentuk uraian perlu dilengkapi dengan pedoman penyekoran yang lebih rinci akan dibahas pada Modul tentang Pedoman Penyekoran.

3. Melakukan telaah instrumen secara teoritis

4.

Telaah instrumen tes secara teoritis atau kualitatif dilakukan untuk melihat kebenaran instrumen dari segi materi, konstruksi, dan bahasa. Telaah instrumen secara teoritis dapat dilakukan dengan cara meminta bantuan ahli/pakar, teman sejawat, maupun dapat dilakukan telaah sendiri. Setelah melakukan telaah ini kemudian dapat diketahui apakah secara teoritis instrumen layak atau tidak. Pembahasan secara detail mengenai telaah instrumen ini dapat dibaca di Modul tentang Telaah Instrumen Penilaian.

3. Melakukan ujicoba dan analisis hasil ujicoba tes

Sebelum tes digunakan perlu dilakukan terlebih dahulu uji coba tes. Langkah ini diperlukan untuk memperoleh data empiris terhadap kualitas tes yang telah disusun. Ujicoba ini dapat dilakukan ke sebagian siswa, sehingga dari hasil ujicoba ini diperoleh data yang digunakan sebagai dasar analisis tentang reliabilitas, validitas, tingkat kesukaran, pola jawaban, efektivitas pengecoh, daya beda, dan lain-lain. Jika perangkat tes yang disusun belum memenuhi kualitas yang diharapkan, berdasarkan hasil ujicoba tersebut maka kemudian dilakukan revisi instrumen tes.

4. Merevisi soal

Berdasarkan hasil analisis butir soal hasil ujicoba kemudian dilakukan perbaikan. Berbagai bagian tes yang masih kurang memenuhi standar kualitas yang diharapkan perlu diperbaiki sehingga diperoleh perangkat tes yang lebih baik. Untuk soal yang sudah baik tidak perlu lagi dibenahi, tetapi soal yang masuk kategori tidak bagus harus dibuang karena tidak memenuhi standar kualitas.

Setelah tersusun butir soal yang bagus, kemudian butir soal tersebut disusun kembali untuk menjadi perangkat instrumen tes, sehingga instrumen tes siap digunakan. Perangkat tes yang telah digunakan dapat dimasukkan ke dalam bank soal sehingga suatu saat nanti bisa digunakan lagi. Kajian mengenai bank soal ini secara khusus dapat dibaca pada Modul Suplemen “Pengembangan dan Pengelolaan Bank Soal Teknik otomasi industri di KKG/MGMP”.

5. Mengembangkan Instrumen Tes

Salah satu butir soal yang dituliskan Bu Ani adalah

Seorang anak melakukan perhitungan bilangan pecahan Berapakah hasilnya?

A. 3 B. 2 C. 1 D.0,5

Apakah butir soal yang telah disusun Bu Ani tersebut telah memenuhi kaidah pengembangan instrumen tes?

Setelah Anda memahami langkah-langkah dalam mengembangkan instrument tes yang disajikan di kegiatan belajar 1, selanjutnya mari kita coba melakukan pengembangan instrumen jenis tes pilihan ganda dan uraian. (Pembahasan mengenai instrumen tes bentuk B-S dan menjodohkan telah dibahas dan bisa Anda pelajari dari Modul Bahan Belajar Mandiri (BBM))

Contoh 1. Pengembangan tes untuk SMK

Misal akan disusun tes untuk pengukuran pencapaian belajar siswa pada KD. Pemeliharaan Sistem Kontrol PLC/SCADA. Pada contoh ini hanya akan dikembangkan satu butir soal saja untuk soal lainnya bisa untuk latihan.

a. Menetapkan tujuan tes

Tujuan tes: tes formatif, mengukur pencapaian KD Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan menjelaskan Prinsip dan Prosedur Pemeliharaan Sistem Kontrol PLC/SCADA

b. Melakukan analisis kurikulum.

Berdasarkan tujuan tes yang telah ditetapkan, maka SK-KD dari kelas XI yang sesuai sebagai berikut.

Tabel 1. SK-KD Teknik otomasi industri Kelas XI Semester 1

-	Standar Kompetensi	-	Komptensi Dasar
-	3. Pemeliharaan Sistem Kontrol	3.12.	Menjelaskan Prinsip dan Prosedur

PLC/SCADA

-

Pemeliharaan Sistem Kontrol PLC/SCADA

- 4.12. Melakukan pemeliharaan preventif terhadap Sistem Kontrol PLC/SCADA (Melacak dan memperbaiki gangguan pada system)

c. Membuat kisi-kisi

Dari kisi-kisi soal yang telah ditetapkan, susunlah butir soal yang sesuai. Untuk soal pilihan ganda, dengan menggunakan kartu soal adalah sebagai berikut.

4. Melakukan ujicoba dan analisis hasil ujicoba tes

Setelah kita lakukan telaah instrumen secara kualitatif, selanjutnya adalah melakukan ujicoba kepada sekelompok peserta tes. Dari hasil ujicoba tersebut, kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan nilai validitas, tingkat kesukaran, dan daya beda butir soal, serta reliabilitas.

5. Merevisi soal

Bahasan mengenai hal ini secara rinci dibahas pada Modul tentang Validitas dan Reliabilitas.

Berdasarkan temuan dari ujicoba, jika ternyata diperoleh informasi bahwa soal kita masih perlu diperbaiki, maka langkah selanjutnya adalah memperbaiki soal tersebut. akan tetapi jika berdasar hasil ujicoba soal kita telah termasuk kategori baik, maka soal tersebut telah siap digunakan untuk tes di kelas.

Contoh 1. Pengembangan tes untuk SMK

Misal akan disusun tes sumatif ulangan akhir semester 1 kelas XI SMK yang terdiri atas soal pilihan ganda dan soal uraian. Dalam modul berikut hanya akan disajikan beberapa contoh saja, yaitu dua butir soal pilihan ganda dan satu butir soal uraian.

a. Menetapkan tujuan tes

Tujuan tes: tes sumatif ulangan akhir semester 3 kelas XI SMK

b. Melakukan analisis kurikulum

Berdasarkan tujuan tes yang telah ditetapkan, maka SK-KD dari kelas XI semester 1

adalah sebagai berikut. Melihat tujuan tersebut, maka kurikulum yang sesuai untuk kelas XI semester 1 sebagai berikut.

Tabel 1. SK-KD Teknik otomasi industri Kelas XI Semester 1

Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar;

Prosedur pemeliharaan Sistem Kontrol PLC/SCADA.

Pemecahan masalah

1. Mempersiapkan prosedur pemeliharaan
2. Membuat laporan pemeliharaan

6. Merevisi soal

Berdasarkan temuan dari ujicoba, jika ternyata diperoleh informasi bahwa soal kita masih perlu diperbaiki (misal daya pembeda rendah, distraktor tidak berfungsi, reliabilitas rendah, atau yang lain), langkah selanjutnya memperbaiki soal tersebut. akan tetapi jika berdasar hasil ujicoba soal kita telah termasuk kategori baik, maka soal tersebut telah siap digunakan untuk tes di kelas.

D. Aktifitas Pembelajaran

Aktifitas Pembelajaran yang harus dilakukan selama pelatihan adalah sebagai berikut;

1. Aktifitas Pembelajaran yang harus dilakukan peserta diklat

adalah :

- a. Membaca dan mempelajari bahan referensi sebagai penunjang materi yang akan diberikan
- b. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan.
 - 3) Meminta pelatih/instruktur untuk merespon kegiatan saudara.
 - 4) Menyelesaikan tes formatif tiap kegiatan pembelajaran.
 - 5) Menyelesaikan tugas-tugas praktek.

- 6) Dalam mengerjakan latihan, cobalah sendiri terlebih dahulu sebelum melihat kunci jawaban.
- 7) Kunci jawaban untuk masing-masing jawaban terdapat pada akhir kegiatan tersebut.

2. Perlengkapan yang harus disiapkan oleh pelatih/instruktur :

- a. Memberi penjelasan yang relevan dengan pembelajaran modul
- a. Memberi bantuan pada peserta pelatihan yang mengalami hambatan belajar
- b. Memeriksa tugas-tugas peserta pelatihan
- c. Menyediakan laboratorium yang dilengkapi komponen praktek yang dituntut dalam modul

3. Aktifitas yang harus dilakukan pelatih/instruktur adalah :

- a. Membantu peserta pelatihan dalam merencanakan Diklat yang akan ditempuh
- b. Membimbing peserta pelatihan peserta Diklat dalam kegiatan pelatihan.
- c. Membantu peserta pelatihan dalam memahami konsep dan praktek.
- d. Mengorganisasikan seluruh kegiatan pendidikan dan pelatihan.
- e. Mempersiapkan prosesi dan perangkat penilaian.
- f. Melaksanakan penilaian hasil pelatihan.
- g. Mencatat pencapaian kemajuan peserta Diklat.

E. Latihan/Tugas

Buatlah suatu instrumen tes teknik otomasi industri untuk ujian akhir semester II di kelas Anda dengan langkah-langkah yang telah dibahas di modul ini. Gunakanlah kartu-kartu yang ada untuk membantu Anda dalam mengembangkan instrumen tes. Presentasikan hasil tugas Anda di depan kelas pada pertemuan di KKG/MGMP. Diskusikan kekurangan dan hal positif dari instrumen yang telah Anda kembangkan!

F. Rangkuman

Langkah-langkah dalam mengembangkan instrumen tes adalah: menetapkan tujuan tes, melakukan analisis kurikulum, membuat kisi-kisi, menulis soal, melakukan telaah instrumen secara teoritis, melakukan ujicoba dan analisis hasil ujicoba tes, dan merevisi soal. Untuk membantu dalam mengembangkan instrumen tes, diberikan kartu kisi-kisi penulisan soal, kartu soal pilihan ganda, dan kartu soal uraian/praktek sebagaimana ditampilkan pada pembahasan modul.

G. Umpan Balik

Petunjuk penilaian hasil mengerjakan tugas.

-	Langkah mengerjakan tugas	-	Skor maksimal
-	Menetapkan tujuan tes	-	10
-	Melakukan analisis kurikulum	-	5
-	Membuat kisi-kisi	-	20
-	Menulis soal	-	10
-	Melakukan telaah instrumen secara kualitatif	-	20
-	Melakukan ujicoba dan analisis hasil ujicoba tes	-	25
-	Merevisi soal	-	10
-	Total Skor	-	100

Skor maksimal dari hasil mengerjakan tugas ini adalah 100. Jika skor Anda minimal sudah mencapai 75%, berarti Anda telah menguasai materi pengembangan instrument tes ini, silahkan Anda lanjutkan mempelajari

materi selanjutnya. Bagi Anda ada yang belum mencapai 75%, silahkan dipelajari kembali materi yang ada, diskusikan dengan teman Anda.

H. Kunci jawaban.

Langkah-langkah dalam mengembangkan instrumen tes adalah: menetapkan tujuan tes, melakukan analisis kurikulum, membuat kisi-kisi, menulis soal, melakukan telaah instrumen secara teoritis, melakukan ujicoba dan analisis hasil ujicoba tes, dan merevisi soal. Untuk membantu dalam mengembangkan instrumen tes, diberikan kartu kisi-kisi penulisan soal, kartu soal pilihan ganda, dan kartu soal uraian/praktek sebagaimana ditampilkan pada pembahasan modul.

Kegiatan Pembelajaran 3.

PENGEMBANGAN INSTRUMEN NON TES

A. Tujuan.

Penulisan modul ini dimaksudkan sebagai bahan fasilitasi bagi guru SMK bidang Teknik Otomasi Industri dalam meningkatkan kompetensinya menyusun instrumen non tes teknik otomasi industri,

B. Indikator Pencapaian kompetensi

Kaidah pengembangan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar dijelaskan dengan benar

C. Uraian Materi

1. Pengembangan Instrumen non tes

Tidak dapat dipungkiri sampai saat ini penilaian pendidikan teknik otomasi industri lebih banyak mengandalkan tes. Selama ini teknik non tes kurang digunakan dibandingkan teknis tes karena penilaian lebih mengutamakan teknik tes. Hal ini tentu tidaklah cukup.

Objek penilaian pembelajaran teknik otomasi industri terlalu kompleks jika hanya mengandalkan tes saja. Berbagai objek penilaian pembelajaran teknik otomasi industri memerlukan instrument non tes untuk memperoleh informasinya. Oleh karena itu, penting bagi setiap guru teknik otomasi industri memahami dan mampu mengembangkan instrumen non tes agar dapat merancang dan melaksanakan penilaian dengan sebaik-baiknya.

Modul ini akan membantu Anda memahami kembali langkah-langkah mengembangkan instrumen non tes serta mempraktekannya secara langsung pengembangan instrumen non tes untuk penilaian. Modul ini diharapkan dapat membantu Anda meningkatkan kompetensi dalam mengembangkan instrument penilaian proses dan hasil belajar teknik otomasi industri. Kompetensi yang diharapkan dalam mempelajari modul ini adalah :

- a. Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik matapelajaran yang diampu.
- b. Menentukan prosedur penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar .
- c. Mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar .
- d. Bangga menjadi guru dan percaya pada diri sendiri
- e. Belajar mandiri secara profesional
- f. Memahami tujuan pembelajaran yang diampu

Setelah mempelajari sub modul ini diharapkan Anda dapat:

- a. memahami langkah mengembangkan instrumen penilaian non tes
- b. mampu mengembangkan instrumen non tes.

Untuk mencapai tujuan tersebut, sub modul ini akan memfasilitasi Anda melalui dua kegiatan belajar, yaitu:

- a. Memahami langkah mengembangkan instrumen non tes

b. Mengembangkan instrumen non tes.

Untuk Bapak/Ibu guru SMK, silahkan Anda membaca ulang modul tahun 2010 yang berjudul “Instrumen penilaian hasil belajar non tes dalam pembelajaran teknik otomasi industri”. Modul ini diharapkan membantu Anda lebih memahami pengembangan instrumen non tes.

2. Memahami Langkah-langkah Mengembangkan Instrumen

Non Tes

Pak Toro, seorang guru teknik otomasi industri SMK kelas XI, sedang membuat nilai afektif untuk raport. Karena Pak Toro tidak melakukan penilaian aspek afektif selama proses pembelajaran, maka Pak Toro menggunakan informasi pada lembar presensi siswa yang di sana ada catatan-catatan keaktifan belajar siswa. Pada saat pembelajaran berlangsung, Pak Toro memberikan tanda “√” bagi siswa yang menjawab pertanyaan atau mengerjakan tugas di depan kelas. Semakin banyak tanda “√” maka nilai afektif siswa semakin baik.

Menurut Anda, tepatkah penggunaan lembar presensi digunakan sebagai pedoman penentuan nilai afektif siswa seperti dilakukan Pak Toro di atas?

Sampai sekarang banyak guru mengalami kesulitan mengembangkan instrument penilaian non tes. Dominasi pemanfaatan tes dalam penilaian selama ini telah berdampak tidak terlatihnya guru mengembangkan instrumen non tes. Bahkan banyak guru tidak mengetahui bagaimana langkah-langkah mengembangkan instrumen non tes yang baik itu. Kegiatan belajar ini akan membantu Anda memahami langkahlangkah mengembangkan instrumen non tes.

Ada sembilan langkah dalam mengembangkan instrumen non tes, yaitu:

a. Menentukan spesifikasi instrumen

Penentuan spesifikasi instrumen dimulai dengan menentukan kejelasan tujuan. Setelah menetapkan tujuan, kegiatan berikutnya menyusun kisi-kisi instrumen. Membuat kisi-kisi diawali dengan menentukan definisi konseptual, yaitu definisi aspek yang akan diukur menurut hasil kajian teoritik berbagai ahli/referensi. Selanjutnya merumuskan definisi

operasional, yaitu definisi yang Anda buat tentang aspek yang akan diukur setelah mencermati definisi konseptual. Definisi operasional ini kemudian dijabarkan menjadi indikator dan dituliskan dalam kisi-kisi. Selanjutnya Anda perlu menentukan bentuk instrumen dan panjang instrumen.

b. Menentukan skala penilaian

Skala yang sering digunakan dalam instrumen penilaian antara lain adalah: Skala Thurstone, Skala Likert, dan Skala Beda Semantik.

Contoh:

Tabel 2. Skala Thurstone Minat terhadap Pelajaran teknik otomasi industri

-		-	Per	-	-	-	-	-	-	-
o			nyataan							
-	'	-	Say	-	-	-	-	-	-	-
			a senang							
			belajar							
			teknik							
			otomasi							
			industri							
-	:	-	Pel	-	-	-	-	-	-	-
			ajaran							
			teknik							
			otomasi							
			industri							
			bermanfaat							
-	:	-	Pel	-	-	-	-	-	-	-
			ajaran							
			teknik							
			otomasi							
			industri							
			membosankan							
-	:	-	Dst	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 3. Skala Likert Sikap terhadap Pelajaran Teknik otomasi industri

-	1	-	Pelajara	-	S	-	S	-	K	-	T
			n teknik								

			otomasi		L		R			P	
			industri								
			bermanfaat								
-	2	-	Pelajara	-	S	-	S	-	K	-	T
			n teknik		L		R				P
			otomasi								
			industri sulit								
-	3	-	Tidak	-	S	-	S	-	K	-	T
			semua harus		L		R				P
			belajar teknik								
			otomasi								
			industri								
-	-	-	dsb	-		-		-		-	

Keterangan :

SL : Selalu; **SR**: Sering; **K** : Kadang-kadang; **TP**: Tidak Pernah

Tabel 4. Skala Beda Semantik Pelajaran teknik otomasi industri

	-	-	7	-	6	-	5	-	4	-	3	-	2	-
-	Menyenangkan	-		-		-		-		-		-		-
-	Sulit	-		-		-		-		-		-		-
-	Bermanfaat	-		-		-		-		-		-		-
-	Menantang	-		-		-		-		-		-		-
-	Banyak	-		-		-		-		-		-		-

c. Menulis butir instrumen

Pada tahap ini Anda merumuskan butir-butir instrumen berdasarkan kisi-kisi. Pernyataan dapat berupa pernyataan positif dan negatif. Pernyataan positif merupakan pernyataan yang mengandung makna selaras dengan indikator, sedangkan pernyataan negatif adalah pernyataan yang berisi kontra kondisi dengan indikator.

d. Menentukan penyekoran

Sistem penyekoran yang digunakan tergantung pada skala pengukuran yang digunakan. Pada skala Thurstone, skor tertinggi tiap butir 7 dan skor terendah 1. Pada skala Likert, awal skor tertinggi tiap butir 5 dan terendah 1, karena sering terjadi kecenderungan responden memilih jawaban kategori tengah, maka dimodifikasi hanya menggunakan empat pilihan. Skor siswa dapat ditafsirkan dengan kriteria berikut:

Tabel 5. Kriteria Penafsiran

- Interval Nilai	- Interpretasi
- $X \geq Mi + Sbi$	- Baik
- $Mi - Sbi \geq X \geq Mi + Sbi$	- Sedang
- $X \leq Mi - Sb$	- Kurang

Keterangan:

X : Skor responden

Mi : *Mean* ideal

Sbi : Simpangan baku ideal

Mi = (skor tertinggi + skor terendah)

Sbi = (skor tertinggi \square skor terendah)

e. Menelaah instrumen

Kegiatan pada telaah instrumen adalah menelaah apakah: a) butir pertanyaan/ pernyataan sesuai dengan indikator, b) bahasa yang digunakan komunikatif dan menggunakan tata bahasa yang benar, c) butir pertanyaan/pernyataan tidak bias, d) format instrumen menarik untuk dibaca, e) pedoman menjawab atau mengisi instrumen jelas, dan f) jumlah butir dan/atau panjang kalimat pertanyaan/ pernyataan sudah tepat sehingga tidak menjemukan untuk dibaca/dijawab. Hasil telaah instrumen digunakan untuk memperbaiki instrumen.

f. Menyusun instrumen

Langkah ini merupakan tahap menyusun butir-butir instrumen setelah dilakukan penelaahan menjadi seperangkat instrumen yang siap untuk diujicobakan. Format instrumen harus dibuat menarik dan tidak terlalu panjang, sehingga responden tertarik untuk membaca dan mengisinya.

g. Melakukan ujicoba instrumen

Setelah instrumen tersusun dengan utuh, kemudian melakukan ujicoba instrumen. Untuk itu dipilih sampel yang karakteristiknya mewakili populasi. Ujicoba dilakukan untuk memperoleh informasi empirik tentang kualitas instrumen yang dikembangkan.

h. Menganalisis hasil ujicoba

Analisis hasil ujicoba dilakukan untuk menganalisis kualitas instrumen berdasarkan data ujicoba. Dari analisis ini diharapkan diketahui mana yang sudah baik, mana yang kurang baik dan perlu diperbaiki, dan mana yang tidak bisa digunakan. Selain itu, analisis hasil ujicoba ini juga dapat digunakan untuk memperoleh informasi tentang validitas dan reliabilitas instrumen.

i. Memperbaiki instrumen

Perbaikan dilakukan berdasarkan analisis hasil ujicoba. Bisa saja hasil telaah instrumen baik, namun hasil ujicoba empirik tidak baik. Perbaikan termasuk mengakomodasi saran-saran dari responden ujicoba.

3. Mengembangkan Instrumen Non Tes

Bu Ruminah adalah seorang guru teknik otomasi industri yang ingin mengetahui lebih detail tentang sikap menghargai siswa tentang kegunaan teknik otomasi industri dalam kehidupan. Ia ingin mengetahui memiliki rasa ingin tahu siswa terhadap teknik otomasi industri, perhatian, dan minat dalam mempelajari teknik otomasi industri, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah. Dengan mempunyai data tentang hal itu ia berharap dapat memberikan layanan yang lebih tepat untuk mendorong peningkatan hasil belajar teknik otomasi industri siswa. Namun ia agak kebingungan memilih instrumen penilaian yang tepat untuk digunakan. Bu Ruminah menyadari bahwa tes bukanlah instrumen yang tepat untuk itu. Apakah ia harus menggali informasi tersebut dengan menggunakan angket? Apakah ia perlu mengamati perilaku

siswa pada saat siswa belajar teknik otomasi industri? Apakah perlu juga dilakukan wawancara? Bagaimana pendapat Anda?

Kegiatan belajar ini akan membantu Anda mempraktekkan pengembangan instrument non tes. Untuk memudahkan Anda, paparan berikut memberikan contoh langsung pengembangan instrumen non tes seperti yang diperlukan Bu Ruminah di atas.

a. Menentukan spesifikasi tes

Tujuan instrumen ini adalah untuk menggali informasi tentang sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri dalam pemecahan masalah. Sebelum menyusun kisi-kisi, Anda perlu mengkaji berbagai literatur sehingga Anda mengerti dengan benar apakah yang dimaksud dengan sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri dalam pemecahan masalah.

Sebagai ilustrasi, berikut contoh kajian literatur tentang sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri dalam pemecahan masalah:

Berdasarkan definisi teoritik di atas, Anda dapat merumuskan definisi operasional sikap menghargai siswa terhadap kegunaan teknik otomasi industri dalam pemecahan masalah. Misalnya, siswa dikatakan memiliki sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri dalam pemecahan masalah jika: memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari teknik otomasi industri, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Setelah Anda merumuskan definisi operasional seperti di atas, Anda dapat membuat kisi-kisi instrumen. Misalkan sebagai berikut:

Tabel 6. Kisi-kisi Instrumen

- Aspek	- Indikator
- Sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri	- Memiliki rasa ingin tahu
	- Memiliki perhatian dalam belajar
	- Memiliki minat mempelajari
	- Memiliki sikap ulet
	- Memiliki rasa percaya diri dalam pemecahan masalah

Setelah Anda menentukan indikator sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri seperti pada tabel di atas, selanjutnya Anda menentukan bentuk instrumen yang digunakan. Sikap menurut Fishbein dan Ajzen (1975, dalam Depdiknas, 2004) adalah suatu predisposisi yang dipelajari untuk merespon secara positif atau negatif terhadap suatu objek, situasi, konsep, atau orang. Sikap merupakan kecenderungan merespons secara konsisten baik menyukai atau tidak menyukai suatu objek. Sikap peserta didik setelah mengikuti pelajaran harus lebih positif dibanding sebelum mengikuti pelajaran. Perubahan ini merupakan salah satu indikator keberhasilan guru dalam melaksanakan proses belajar mengajar. Pada Permendiknas No 22 Tahun 2006 disebutkan bahwa salah satu tujuan diajarkan mata pelajaran teknik otomasi industri disekolah adalah agar siswa memiliki sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari teknik otomasi industri, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Tabel 7. Bentuk Instrumen

- Aspek	- Indikator	- Bentuk Instrumen
Sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri	Memiliki rasa ingin tahu	Angket/Observasi
	Memiliki perhatian dalam belajar	Angket/Observasi
	Memiliki minat mempelajari	Angket/Observasi
	Memiliki sikap ulet	Observasi
	Memiliki rasa percaya diri dalam pemecahan masalah	Angket

Langkah berikutnya adalah menentukan panjang instrumen. Misalkan pada angket ini akan disusun 20 butir pernyataan. Setelah Anda menyelesaikan spesifikasi instrumen, langkah selanjutnya adalah menentukan skala pengukuran dan dilanjutkan menyusun butir-butir instrumennya. Misalnya angket ini akan menggunakan skala likert. Pada skala likert, alternatif jawaban adalah dapat menggunakan alternatif:

SL: Selalu; **SR:** Sering; **K :** Kadang-kadang; **TP:** Tidak Pernah.

Setelah skala pengukuran sudah ditetapkan, berikutnya Anda dapat menyusun butir-butir instrumennya.

Tabel 8. Butir-butir Pernyataan Angket

-	Indikator	-	Jenis Pernyataan No. Butir		
			-	-	-
		Pernyataan	Positif	Negatif	
-	Memiliki	- - Saya merasa	-	-	6
	rasa ingin	kecewa jika	v		
-	Tahu	pelajaran			
-		teknik			
-		otomasi			
-		industri			
-		kosong/ditadi			
-		akan			
-		- - Saya	-	-	1
-		berusaha	v		1
-		memahami			
-		setiap materi			
-		pelajaran			
-		teknik			
-		otomasi			
-		industri yang			
-		diajarkan guru			
-		- - Saya	-	-	1
-		menanyakan	v		2
-		materi			
-		pelajaran			
-		teknik			
-		otomasi			
-		industri yang			
-		belum jelas			
-		kepada guru			

-	selama					
-	pembelajaran					
-	di kelas					
-	- - Saya	-	v	-	-	1
-	berusaha					3
-	memahami					
-	materi					
-	pelajaran					
-	teknik					
	otomasi					
	industri selain					
	dari yang					
	diajarkan guru					
	dosen di kelas					
	- - Saya	-	v	-	-	1
	berkonsultasi					5
	idengan					
-	guru di					
	luar jam					
	pelajaran jika					
	mengalami					
	hambatan					
	dalam					
	pelajaran					
	- - Setelah	-	v	-	-	1
	pembelajaran					7
	teknik					
	otomasi					
	industri, saya					
	berusaha					
	mempelajari					

		yang diberikan guru					
-		- Saya memperhatika n dengan seksama tanggapan guru terhadap pertanyaan siswa	-	v	-	-	8
-	Memiliki minat	- Saya berusaha mencatat penjelasan materi pelajar- an teknik otomasi industri dari guru	-	v	-	-	9
-	mempela jari						

-	Memiliki rasa percaya diri dalam	-	Saya merasa senang mengikuti pelajaran Teknik Otomasi Industri dari guru	-	v - -	1
-	pemecah an	-	Saya merasa senang membaca buku buku pelajaran Teknik Otomasi Industri dari guru	-	v - -	2
-	masalah	-	Saya merasa senang mengerjakan soal soal latihan dan tugas pelajaran Teknik Otomasi Industri dari guru	-	v - -	3
-		-	Saya merasa sedih jika memperoleh nilai jelek pada pelajaran Teknik Otomasi Industri dari guru	-	v - -	4
-		-	Sa ya berusaha tidak terlambat dalam mengikuti pelajaran teknik otomasi industri	-	v - -	5
-		-	Saya berusaha menjawab ketika guru teknik otomasi industri mengajukan pertanyaan selama pembelajaran	-	v - -	1 4

-	-	Saya tidak mudah menyerah dalam menyelesaikan soal karena saya memiliki keyakinan dapat menyelesaikan soal tersebut	-	v	-	-	16
-	-	Saya merasa tidak yakin kebenaran pemahaman saya tentang materi yang diajarkan guru	-	-	v	-	20

Untuk penyekoran Anda menggunakan ketentuan berikut:

Untuk pernyataan positif: SL = 4, SR = 3, K = 2, TP = 1

Untuk pernyataan negatif: SL = 1, SR = 2, K = 3, TP = 4

Karena terdapat 20 butir, maka skor tertinggi adalah 80 dan skor terendah 20. Untuk menentukan kriteria penafsiran Anda perlu menghitung terlebih dahulu *meanideal* (*Mi*) dan simpangan baku sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Mi &= (\text{skor tertinggi} + \text{skor terendah}) \\
 &= (80 + 20) \\
 &= 50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sbi &= (\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}) \\
 &= (80 - 20) \\
 &= 10
 \end{aligned}$$

Berdasarkan kriteria penafsiran pada kegiatan belajar 1, kriteria penafsiran yang sesuai adalah sebagai berikut.

Tabel 9. Kriteria Penafsiran

- Interval Nilai	- Interpretasi
- $X \geq 60$	- Baik
- $40 < X < 60$	- Sedang
- $X \leq 40$	- Kurang

Sebelum butir-butir pernyataan di atas disusun menjadi angket yang utuh, lakukan telaah terlebih dahulu atas butir-butir itu agar butir pernyataan yang dimasukkan dalam angket nanti sudah tepat. Sekarang cobalah Anda mencermati lagi butir-butir pernyataan di atas! Adakah butir pernyataan yang perlu diperbaiki?

Kalau Anda cermati butir pernyataan pada indikator “Memiliki rasa percaya diri dalam pemecahan masalah”, yaitu “*Saya merasa tidak yakin kebenaran pemahaman saya tentang materi yang diajarkan guru*”. Pernyataan ini kurang operasional untuk mengukur aspek berpikir kreatif. Sebaiknya Anda ganti yang lebih operasional, misalkan “*Saya merasa tidak yakin terhadap penyelesaian tugas/soal yang saya kerjakan sendiri*”. Masih adakah butir lain yang perlu diperbaiki? Jika tidak ada lagi, sekarang saatnya Anda menyusun instrumen utuh.

1. Angket

ANGKET SISWA

Nama :

Kelas :

Sekolah :

PETUNJUK PENGISIAN

a. Mulailah dengan berdoa terlebih dahulu

-	N	-	Pernyataan	-	S	-	S	-	K	-	T
	o				L		R				P

-	1	-	Saya	-		-		-		-
			merasa senang							
			mengikuti							
			pelajaran teknik							
			otomasi industri							
			dari guru							

-	2	-	Saya	-		-		-		-
			merasa senang							
			membaca buku-							
			buku pelajaran							
			teknik otomasi							
			industri							

-	3	-	Saya	-		-		-		-
			merasa senang							
			mengerjakan							
			soal-soal latihan							
			dan tugas							

-	4	-	Saya	-		-		-		-
---	---	---	------	---	--	---	--	---	--	---

merasa sedih jika
memperoleh nilai
jelek pada
pelajaran teknik
otomasi industri

-	5	-	Saya berusaha tidak terlambat dalam mengikuti pelajaran teknik otomasi industri	-	-	-	-
-	6	-	Saya merasa kecewa jika pelajaran teknik otomasi industri kosong/ditiadaka n	-	-	-	-
-	7	-	Selama pembelajaran teknik otomasi industri berlangsung, saya memperhatikan setiap penjelasan yang diberikan guru	-	-	-	-
-	8	-	Saya memperhatikan dengan seksama tanggapan guru	-	-	-	-

**terhadap
pertanyaan siswa**

-	9	- Selama pembelajaran teknik otomasi industri berlangsung, saya melakukan aktivitas lain yang tidak berhubungan dengan pelajaran teknik otomasi industri	-	-	-	-
-	10	- 10. Saya berusaha mencatat penjelasan materi pelajaran teknik otomasi industri dari guru	-	-	-	-
-	11	- . Saya berusaha memahami setiap materi pelajaran teknik otomasi industri yang diajarkan guru	-	-	-	-
-	12	- Saya menanyakan materi pelajaran	-	-	-	-

		teknik otomasi industri yang belum jelas kepada guru selama pembelajaran di kelas					
-	13	- Saya berusaha memahami materi pelajaran teknik otomasi industri selain dari yang diajarkan guru dosen di kelas	-	-	-	-	-
-	14	- Saya berusaha menjawab ketika guru teknik otomasi industri mengajukan pertanyaan selama pembelajaran	-	-	-	-	-
-	15	- Saya berkonsultasi dengan guru di luar jam pelajaran jika mengalami hambatan dalam pelajaran teknik	-	-	-	-	-

otomasi industri

- | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|---|
| - | 16 | - | Saya tidak mudah menyerah dalam menyelesaikan soal karena saya memiliki keyakinan dapat menyelesaikan soal tersebut | - | - | - | - |
| - | 17 | - | Setelah pembelajaran teknik otomasi industri, saya berusaha mempelajari kembali materi yang baru saja diberikan dosen | - | - | - | - |
| - | 18 | - | Saya berusaha menambah latihan soal teknik otomasi industri di luar tugas yang diberikan guru | - | - | - | - |
| - | 19 | - | Saya melengkapi sumber bacaan tentang teknik otomasi industri | - | - | - | - |

di luar buku
catatan

-	20	-	Saya	-	-	-	-
			merasa tidak				
			yakin terhadap				
			penyelesaian				
			tugas/soal yang				
			saya kerjakan				
			sendiri				

2. Pedoman observasi

Selain angket, telah ditetapkan bahwa untuk mengumpulkan data tentang sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri dalam pemecahan masalah juga akan dilakukan dengan observasi. Untuk menyusun pedoman observasi, Anda perlu memperhatikan indikator-indikator aspek yang akan diamati. Indikator-indikator tersebut akan menjadi fokus amatan. Pada kasus ini, ada 4 indikator aspek sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri dalam pemecahan masalah yang akan diamati, yaitu: rasa ingin tahu, perhatian, minat, serta sikap. Selain fokus amatan, Anda juga perlu memilih format pedoman observasi yang akan digunakan. Format dipilih dengan mempertimbangkan kemudahan pengamatan dan mengakomodasi seluruh focus amatan. Berikut contoh pedoman observasi yang dapat digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang sikap menghargai kegunaan teknik otomasi industri dalam pemecahan masalah.

LEMBAR OBSERVASI

-	No	-	Nama	-	Aspek	-	Penilaian
					diamati		Akhir
-	1	-		-	-	-	-
-	2	-		-	-	-	-
-	3	-		-	-	-	-
-	4	-		-	-	-	-

Pada kolom aspek yang diamati diisi dengan skor yang diisi dengan ketentuan:
0 jika tidak pernah, 1 jika jarang, 2 jika kadang-kadang terjadi, 3 jika sering terjadi, dan 4 jika selalu terjadi.

Nilai akhir dituliskan dalam kategori dengan ketentuan:

0 % - 20 % : Sangat Kurang

21 % - 40 % : Kurang

41 % - 60 % : Sedang

61 % - 80 % : Baik

81 % - 100% : Sangat Baik

Setelah instrumen penilaian disusun dengan utuh, perlu dilakukan ujicoba untuk memperoleh informasi empirik mengenai kualitas dan aplikabilitas instrumen. Setelah dilakukan ujicoba ini langkah selanjutnya adalah menganalisis kemudian melakukan perbaikan berdasarkan hasil analisis tersebut. Instrumen setelah perbaikan inilah yang menjadi instrumen yang siap digunakan dalam penilaian

D. Aktifitas Pembelajaran

Aktifitas Pembelajaran yang harus dilakukan selama pelatihan adalah sebagai berikut;

1. Aktifitas Pembelajaran yang harus dilakukan peserta diklat adalah :

- a. Membaca dan mempelajari bahan referensi sebagai penunjang materi yang akan diberikan.
- b. Menyelesaikan semua tugas yang diberikan.
- c. Meminta pelatih/instruktur untuk merespon kegiatan saudara.
- d. Menyelesaikan tes formatif tiap kegiatan pembelajaran.
- e. Menyelesaikan tugas-tugas praktek.
- f. Dalam mengerjakan latihan, cobalah sendiri terlebih dahulu sebelum melihat kunci jawaban.
- h. Kunci jawaban untuk masing-masing jawaban terdapat pada akhir kegiatan tersebut.

2. Perlengkapan yang harus disiapkan oleh pelatih/instruktur :

- a. Memberi penjelasan yang relevan dengan pembelajaran modul
- b. Memberi bantuan pada peserta pelatihan yang mengalami hambatan belajar
- c. Memeriksa tugas-tugas peserta pelatihan
- d. Menyediakan laboratorium yang dilengkapi komponen praktek yang dituntut dalam modul

3. Aktifitas yang harus dilakukan pelatih/instruktur adalah :

- a. Membantu peserta pelatihan dalam merencanakan Diklat yang akan ditempuh
- b. Membimbing peserta pelatihan peserta Diklat dalam kegiatan pelatihan.
- c. Membantu peserta pelatihan dalam memahami konsep dan praktek.

- d. Mengorganisasikan seluruh kegiatan pendidikan dan pelatihan.
- e. Mempersiapkan prosesi dan perangkat penilaian.
- f. Melaksanakan penilaian hasil pelatihan.
- g. Mencatat pencapaian kemajuan peserta Diklat.

E. Tugas/Latihan

Kembangkan angket dan pedoman observasi yang dapat digunakan mengumpulkan data tentang kemampuan afektif siswa dalam pembelajaran teknik otomasi industri

F. Rangkuman

Ada sembilan langkah mengembangkan instrumen non tes, :menentukan spesifikasi instrumen, menulis instrumen, menentukan skala instrumen, menentukan pedoman penskoran, menelaah instrumen, menyusun instrumen, melakukan ujicoba, menganalisis hasil ujicoba, dan memperbaiki instrumen.

G. Umpan Balik

Untuk menilai hasil penyelesaian latihan di atas, gunakanlah pedoman penilaian berikut untuk menentukan skor perolehan Anda:

No. Aspek Kriteria Skor

-	No	-	Aspek	-	Kriteria	-	Skor
-	1	-	Definisi	-	Tidak ada	-	0
		-	teoritik	-	Ada, kurang memadai untuk merumuskan definisi operasional	-	1
				-	Ada dan memadai, cukup memadai untuk mendukung merumuskan definisi operasional	-	2
-	2	-		-	Tidak ada	-	0
				-	Ada tetapi tidak cukup untuk merumuskan indikator	-	1
				-	Ada dan cukup untuk merumuskan indikator	-	2
-	3	-	Kisi-kisi	-	Tidak ada	-	0
		-		-	Ada, tetapi indikator tidak sesuai dengan definisi operasional	-	1
		-		-	Ada dan indikator sesuai dengan definisi operasional	-	2

-	4	-	Pernyataan	-	75 % pernyataan sesuai indikator	-	3
				-	50% □ pernyataan sesuai indikator <75	-	2
				-	Pernyataan sesuai indikator < 50%	-	1
				-	Ada pernyataan negatif	-	1
-	5	-	Bahasa	-	75 % kalimat komunikatif	-	3
				-	50% Kalimat komunikatif < 75%	-	2
				-	kalimat tidak bias makna 50%	-	1
				-	komunikatif < 75 %	-	3
				-	50% Kalimat tidak bias makna < 75	-	2
				-	Kalimat tidak bias makna < 50%	-	1

Petunjuk penyekoran: Skor akhir Anda = (Skor capaian: 28) x 100 %

Untuk mengetahui pencapaian pemahaman Anda, Anda dapat mencocokkan jawaban Anda dengan petunjuk jawaban yang sudah disediakan. Bila kebenaran jawaban latihan Anda mencapai 75% atau lebih berarti Anda telah memahaminya. Sebaiknya Anda melanjutkan belajar ke modul berikutnya setelah pemahaman Anda mencapai minimal 75%. Bila Anda menemui

kesulitan dalam memahami modul ini, Anda dapat menghubungi penulis untuk dibicarakan lebih lanjut.

H. Kunci Jawaban

Ada sembilan langkah mengembangkan instrumen non tes, :menentukan mspesifikasi instrumen, menulis instrumen, menentukan skala instrumen, menentukan pedoman penskoran, menelaah instrumen, menyusun instrumen, mekukan ujicoba, menganalisis hasil ujicoba, dan memperbaiki instrumen.

Kegiatan Pembelajaran 4

PEDOMAN PENYEKORAN

A. Tujuan.

Penulisan modul ini dimaksudkan sebagai bahan fasilitasi bagi SMK bidang Teknik Otomasi Industri dalam meningkatkan kompetensinya sebagai pedoman penyekoran hasil belajar teknik otomasi industri

B. Indikator pencapaian kompetensi

Instrumen penilaian dikembangkan sesuai kisi-kisi

C. Uraian Materi

1. Pedoman Penyekoran

Kompetensi yang diharapkan dalam mempelajari modul ini adalah

1. Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu .
2. Menentukan prosedur penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.
3. Mengadministrasikan penilaian proses dan hasil belajar secara berkesinambungan dengan menggunakan berbagai instrumen .
4. Bangga menjadi guru dan percaya pada diri sendiri
5. Belajar mandiri secara profesional
6. Memahami tujuan pembelajaran yang diampu

Instrumen penilaian yang baik harus dilengkapi ketentuan-ketentuan yang diperlukan untuk menentukan skor perolehan siswa. Ketentuan-ketentuan inilah yang dikenal dengan pedoman penyekoran. Pedoman penyekoran diperlukan sebagai pedoman menentukan skor hasil kerja siswa sehingga diperoleh skor seobjektif mungkin. Oleh karena itu, Anda perlu mempelajari dengan baik pengertian pedoman penyekoran serta langkah mengembangkannya.

Modul ini akan membantu Anda meningkatkan kompetensi dalam mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, khususnya pengembangan pedoman penyekoran. Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat memahami pengertian pedoman penyekoran dan dapat mengembangkan pedoman penyekoran dengan teknik penyekoran analitik dan teknik penyekoran holistik.

Untuk mencapai tujuan tersebut, modul ini akan memfasilitasi Anda melalui dua kegiatan belajar, yaitu:

1. Memahami pengertian pedoman penyekoran
2. Mengembangkan pedoman penyekoran dengan penyekoran analitik dan penyekoran holistic

2. Kegiatan Memahami Pengertian Pedoman Penyekoran

Pak Usman adalah seorang guru SMK yang baru saja melakukan tes untuk mengetahui penguasaan siswa tentang KD “Melaksanakan prosedur pemeliharaan Sistem Kontrol PLC/SCADA”. Untuk menentukan skor

siswa, Pak Usman membuat kunci jawaban langkah demi langkah penyelesaian soal yang telah dibuatnya dengan diuraikan menurut urutan tertentu. Jawaban siswa dianggap benar jika jawabannya sesuai dengan kunci jawaban yang telah disiapkan tersebut.

Menurut Anda, apakah teknik penyekoran Pak Usman tersebut benar?

Hasil pengukuran, baik melalui tes maupun non tes, menghasilkan data kuantitatif yang berupa skor. Skor ini kemudian ditafsirkan sehingga menjadi nilai. Kesulitan yang dihadapi adalah menetapkan skor dengan tepat. Disinilah pentingnya pedoman penyekoran. Pedoman penyekoran adalah pedoman yang digunakan untuk menentukan skor hasil penyelesaian pekerjaan siswa. Dengan pedoman penyekoran, guru akan lebih mudah menentukan skor siswa. Oleh karena itu, selain menyusun butir-butir instrumen, guru juga perlu mengembangkan pedoman penyekoran. Pedoman penyekoran diperlukan baik untuk tes bentuk pilihan maupun uraian.

1. Penyekoran tes bentuk pilihan.

Cara penyekoran tes bentuk pilihan ada dua, yaitu tanpa koreksi terhadap jawaban tebakan dan dengan koreksi terhadap jawaban tebakan.

a. Penyekoran tanpa koreksi terhadap jawaban tebakan

Untuk memperoleh skor siswa dengan teknik penyekoran ini digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Skor} = \frac{B}{N} 100$$

Keterangan:

B : banyaknya butir yang dijawab benar

N : banyaknya butir soal

Penyekoran tanpa koreksi saat ini banyak digunakan dalam penilaian pembelajaran teknik otomasi industri. Namun teknik penyekoran ini sesungguhnya mengandung kelemahan karena kurang mampu mencegah peserta tes berspekulasi dalam menjawab tes. Hal ini disebabkan tidak adanya resiko bagi siswa ketika memberikan tebakan

apapun dalam memilih jawaban sehingga jika mereka tidak mengetahui jawaban mana yang paling tepat maka mereka leluasa memilih salah satu pilihan secara sembarang. Benar atau salahnya jawaban sembarang ini sesungguhnya tidak menunjukkan tingkat kemampuan/penguasaan siswa. Semakin banyak jawaban tebakan siswa akan semakin besar penyimpangan skor yang diperoleh dengan kemampuan penguasaan kompetensi siswa yang sesungguhnya.

b. Penyekoran dengan koreksi terhadap jawaban tebakan

Untuk memperoleh skor siswa dengan teknik penyekoran ini digunakan rumus sebagai berikut:

$$Skor = \frac{(B - \frac{S}{P-1})}{N} \times 100$$

Keterangan

B : banyaknya butir soal yang dijawab benar

S : banyaknya butir yang dijawab salah

P : banyaknya pilihan jawaban tiap butir.

N : banyaknya butir soal

Butir soal yang tidak dijawab diberi skor 0.

Keunggulan teknik penyekoran ini dibanding penyekoran tanpa koreksi adalah teknik ini lebih mampu meminimalisir spekulasi jawaban siswa. Jika siswa mengetahui jawaban salah akan berdampak berkurangnya skor yang akan mereka dapatkan maka siswa akan lebih hati-hati memilih jawaban. Jika siswa tidak memiliki keyakinan yang cukup tentang kebenaran jawabannya, maka siswa akan memilih mengosongkan jawaban untuk menghindari pengurangan.

Contoh 1.

Diandaikan Budi mengerjakan soal bentuk pilihan ganda sebanyak 30 butir dengan 4 alternatif jawaban. Pekerjaan yang benar sebanyak 16 butir. Skor yang diperoleh Budi dihitung sebagai berikut:

$$Skor = \frac{(B - \frac{S}{P-1})}{N} \times 100$$

$$Skor = \frac{(16 - \frac{14}{4-1})}{30} \times 100$$

$$= 37,777778$$

$$\approx 38$$

2. Penyeoran bentuk uraian

Pada tes bentuk uraian cara pemberian skor adalah sebagai berikut (Ebel, 1979, dalam Mardapi, 2007).

a. Menggunakan penyeoran analitik

Penyeoran analitik digunakan untuk permasalahan yang batas jawabannya sudah jelas dan terbatas. Biasanya teknik penyeoran ini digunakan pada tes uraian objektif yang mana jawaban siswa diuraikan dengan urutan tertentu. Jika siswa telah menulis rumus yang benar diberi skor, memasukkan angka ke dalam formula dengan benar diberi skor, menghasilkan perhitungan yang benar diberi skor, dan kesimpulan yang benar juga diberi skor. Jadi, skor suatu butir merupakan penjumlahan dari sejumlah skor dari setiap respon pada soal tersebut.

b. Menggunakan penyeoran dengan skala global (holistik)

Teknik ini cocok untuk penilaian tes uraian non objektif. Caranya adalah dengan membaca jawaban secara keseluruhan tiap butir kemudian meletakkan dalam kategori-kategori mulai dari yang baik sampai kurang baik, bisa tiga sampai lima. Jadi tiap jawaban siswa dimasukkan dalam salah satu kategori, dan selanjutnya tiap jawaban

tiap kategori diberi skor sesuai dengan kualitas jawabannya. Kualitas jawaban ditentukan oleh penilai secara terbuka, misalnya harus ada data atau fakta, ada unsur analisis, dan ada kesimpulan.

Penyekoran pada soal uraian kadang menggunakan pembobotan. Pembobotan soal adalah pemberian bobot pada suatu soal dengan membandingkan terhadap soal lain dalam suatu perangkat tes yang sama. Dengan demikian, pembobotan soal uraian hanya dapat dilakukan dalam penyusunan perangkat tes. Apabila suatu soal uraian berdiri sendiri maka tidak dapat dihitung atau ditetapkan bobotnya. Bobot setiap soal ditentukan mempertimbangkan faktor-faktor yang berkaitan dengan materi dan karakteristik soal itu sendiri, seperti luas lingkup materi yang hendak dibuatkan soalnya, esensialitas dan tingkat kedalaman materi yang ditanyakan serta tingkat kesukaran soal. Hal yang juga perlu dipertimbangkan adalah skala penyeoran yang hendak digunakan, misalnya skala 10 atau skala 100. Apabila digunakan skala 100, maka semua butir soal dijawab benar, skornya 100; demikian pula bila skala yang digunakan 10. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan perhitungan skor. Skor akhir siswa ditetapkan dengan jalan membagi skor mentah yang diperoleh dengan skor mentah maksimumnya kemudian dikalikan dengan bobot soal tersebut. Rumus yang dipakai untuk penghitungan Skor Butir Soal (SBS) adalah :

$$SBS = \frac{a}{b} \times c$$

Keterangan SBS : skor butir soal

a : skor mentah yang diperoleh siswa untuk butir soal

b : skor mentah maksimum soal

c : bobot soal

Setelah diperoleh SBS, maka dapat dihitung total skor butir soal berbagai skor total siswa (STP) untuk serangkaian soal dalam tes yang bersangkutan, dengan menggunakan rumus :

$$STP = \sum SBS$$

Keterangan

STP : skor total peserta

SBS : skor butir soal

Contoh 2. Bobot soal sama, dengan skala 0 sampai dengan 100

No. Soal	Skor Mentah Perolehan	Skor Mentah Maksimum	Bobot Soal	Skor Bobot Soal
	(a)	(b)	(c)	(SBS)
1	30	60	20	10
2	20	40	30	15
3	10	20	15	15
4	20	20	20	20
Jumlah	80	140	100	60,00 (STP)

Contoh 3. Bila STP tidak sama dengan Total Bobot Soal dan Skala 100

No. Soal	Skor Mentah Perolehan	Skor Mentah Maksimum	Bobot Soal	Skor Bobot Soal
	(a)	(b)	(c)	(SBS)
1	30	60	20	10
2	40	40	30	30
3	20	20	30	30
4	10	20	20	10
Jumlah	100	140	100	10,00 (STP)

Pada dasarnya STP merupakan penjumlahan SBS, bobot tiap soal sama semuanya. Contoh ini berlaku untuk soal uraian objektif dan uraian non-objektif, asalkan bobot semua butir soal sama. Pembobotan juga digunakan dalam soal bentuk campuran, yaitu bentuk pilihan dan bentuk uraian. Pembobotan soal bagian soal bentuk pilihan ganda dan bentuk uraian ditentukan oleh cakupan materi dan kompleksitas jawaban atau tingkat berpikir yang terlibat dalam mengerjakan soal. Pada umumnya cakupan materi soal bentuk pilihan ganda lebih banyak, sedang tingkat berpikir yang terlibat dalam mengerjakan soal bentuk uraian biasanya lebih banyak dan lebih tinggi. Suatu ulangan terdiri dari **M1** soal pilihan ganda dan **N2** soal uraian. Bobot untuk soal pilihan ganda adalah w_1 dan bobot untuk soal uraian adalah w_2 . Jika seorang siswa menjawab benar n_1 pilihan ganda dan n_2 soal uraian, maka siswa itu mendapat skor:

$$W_1 \times \left(\frac{n_1}{N_1} \times 100\% \right) + W_2 \times \left(\frac{n_2}{N_2} \times 100\% \right)$$

Misalkan, suatu ulangan terdiri dari 20 bentuk pilihan ganda dengan 4 pilihan dan 4 buah soal bentuk uraian. Soal pilihan ganda dijawab benar 16 dan dijawab salah 4, sedang bentuk uraian dijawab benar 20 dari skor maksimum 40. Apabila bobot pilihan ganda adalah 0,40 dan bentuk uraian 0,60, skor dapat dihitung:

- a). Skor pilihan ganda tanpa koreksi jawaban dugaan $0,8 \times 100 = 80$
- b). Skor bentuk uraian adalah: $0,5 \times 100 = 50$.
- c). Skor akhir adalah: $0,4 \times (80) + 0,6 \times (50) = 62$.

Ada tujuh langkah untuk mengembangkan pedoman penyekoran, yaitu: menentukan tujuan, mengidentifikasi atribut, menjabarkan karakteristik atribut, menentukan teknik penyekoran, menyusun pedoman penyekoran, melakukan *piloting*/ujicoba terbatas, dan memperbaiki pedoman penyekoran menjadi pedoman siap pakai.

1. Menentukan tujuan

Ujian akan mengarahkan Anda pada langkah selanjutnya. Tes dikembangkan sesuai kebutuhan pengumpulan data aspek-aspek yang memang menjadi tujuan pengukuran. Misalkan, Anda akan mengembangkan pedoman penyekoran tes uraian non objektif untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa, akan berbeda jika akan pedoman penyekoran tes untuk mengukur kreativitas berpikir. Tes untuk pengukuran kemampuan pemecahan masalah harus mampu menggali informasi terkait kompetensi pemecahan masalah, antara memahami masalah, merumuskan penyelesaian masalah, melaksanakan rencana penyelesaian masalah, dan menarik kesimpulan. Begitu juga tes untuk mengukur pemahaman konsep, harus mampu mengukur domain-domain tentang kreativitas berpikir, misal: berpikir lancar, luwes, orisinal, terperinci, dan keterampilan menilai.

2. Identifikasi atribut secara spesifik yang ingin dinilai

Pada tahap ini Anda harus mengidentifikasi aspek-aspek apa saja yang akan menjadi fokus penilaian Anda. Jika Anda akan mengukur kemampuan pemecahan masalah maka Anda harus menetapkan indikator-indikator kunci kemampuan pemecahan masalah. Contoh lain, jika Anda akan mengukur kemampuan kreativitas berpikir siswa, maka Anda harus tetapkan apa saja indikator kunci kreativitas berpikir.

3. Menjabarkan karakteristik yang menggambarkan setiap atribut

Setelah atribut yang akan Anda ukur secara jelas telah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah menjabarkan karakteristik atribut tersebut. Karakteristik ini inilah yang selanjutnya akan menjadi poin pencermatan utama dalam penetapan skor. Misalkan pada pedoman penyekoran tes untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah, karakteristiknya antara lain: kemampuan memahami masalah, kemampuan merumuskan penyelesaian, kemampuan melaksanakan penyelesaian, kemampuan menyimpulkan/menafsirkan penyelesaian

4. Menentukan teknik penyekoran

Agar skor yang diperoleh dapat menggambarkan atribut yang diukur dengan baik, Anda harus menentukan teknik penyekoran yang tepat. Anda dapat memilih salah satu disesuaikan kebutuhan, analitik atau holistik. Untuk penyekoran tes uraian objektif menggunakan pedoman penyekoran analitik, sedang tes uraian non objektif menggunakan pedoman penyekoran holistik. Jika pada tes tersebut terdapat soal uraian objektif sekaligus non objektif, maka dapat digunakan kedua teknik penyekoran tersebut sesuai dengan masing-masing soal.

5. Menyusun pedoman penyekoran

Penyusunan pedoman penyekoran disesuaikan dengan teknik penyekoran yang digunakan. Jika teknik penyekoran menggunakan teknik penyekoran analitik, langkah awalnya adalah membuat kunci jawaban seluruh butir soal. Selanjutnya menentukan skor setiap soal. Skor setiap soal ditetapkan dengan menetapkan skor setiap unit. Skor tiap butir diperoleh dengan menjumlah skor semua unit. Penetapan skor juga perlu memperhatikan bobot masing-masing butir, sehingga skor akhir mewakili secara proporsional keseluruhan dimensi yang diukur. Jika Anda menggunakan teknik penyekoran holistik, penyusunan penyekoran dapat diawali dengan menyusun atribut dan indikator kunci dari aspek yang diukur. Atribut dan indikator kunci tersebut kemudian dirumuskan menjadi kategori-kategori untuk menentukan skor jawaban.

6. *Piloting*/ujicoba terbatas penggunaan pedoman penyekoran

Piloting/ujicoba terbatas penggunaan pedoman penyekoran dilakukan dengan menggunakannya pada beberapa lembar jawaban siswa.

a. Dilakukan sendiri

Cermatilah aplikabilitas penyekoran Anda, apakah bisa diterapkan atau tidak, menyulitkan atau tidak, jelas atau tidak, konsisten atau tidak, dan hal-hal lain yang berhubungan dengan keterbacaannya.

Jika masih terdapat yang belum tepat, informasi dari penggunaan terbatas ini digunakan untuk perbaikan.

b. Melibatkan orang lain

Ujicoba terbatas dapat dilakukan melibatkan teman guru lain. Mintalah teman Anda mengoreksi lembar jawaban siswa yang Anda koreksi tadi dengan penyekoran yang Anda buat, sehingga diperoleh dua skor hasil koreksian. Hasil penyekoran Anda dan teman Anda kemudian dibandingkan. Jika ternyata terdapat perbedaan yang signifikan antara skor hasil koreksi Anda dan teman Anda, dan perbedaan tersebut karena pedoman penyekoran yang kurang tepat, maka langkah perbaikan harus dilakukan berdasarkan data temuan tersebut.

7. Memperbaiki pedoman penyekoran

Perbaikan dilakukan berdasarkan informasi yang ditemukan pada *piloting/ujicoba* terbatas. Perbaikan ini dapat meliputi penetapan skornya, redaksi, pembobotan, atau temuan lain yang dipandang perlu untuk kebaikan dan kemudahan penggunaan pedoman penyekoran tersebut.

3. Mengembangkan Pedoman penyekoran.

Pak Ardiantoro adalah Guru SMK kelas XI ingin mengetahui kreativitas berpikir siswanya. Pak Ardiantoro telah mengembangkan tes yang sesuai untuk mengukur hal tersebut menggunakan tes uraian non objektif. Namun Pak Ardiantoro bingung bagaimana menyusun pedoman penyekoran yang tepat. Pak Ardiantoro tahu bahwa pedoman penyekoran tes untuk mengukur kreativitas berpikir tidak sama dengan tes untuk mengukur ketercapaian KD seperti yang biasa dilakukannya. Menurut Anda, pedoman penyekoran seperti apa yang tepat digunakan Pak Ardiantoro tersebut!

Ada dua pedoman penyekoran yang akan Anda praktekan pada kegiatan belajar ini, yaitu pedoman penyekoran analitik dan pedoman penyekoran holistik.

1. Pedoman penyekoran analitik

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa pedoman ini digunakan untuk tes bentuk uraian objektif. Berikut salah satu contoh pengembangan pedoman penyekoran analitik yang akan digunakan sebagai pedoman penentuan skor tes untuk mengukur penguasaan kompetensi peserta didik dalam menghitung rangkaian seri resistor untuk sumber arus. Misalkan indikator dan butir soalnya adalah sebagai berikut:

Indikator : Siswa dapat menyederhanakan dan menghitung rangkaian pengganti resistor yang terhubung secara seri.

Butir Soal : Tiga buah resistor terhubung secara seri yang masing-masing memiliki nilai $R_1 = 100 \text{ Ohm}$, $R_2 = 150 \text{ Ohm}$ dan $R_3 = 250 \text{ ohm}$. Hitunglah nilai resistansi total untuk ketiga resistor tersebut, Jika dihubungkan dengan sumber tegangan 10 volt, berapa ampere arus yang mengalir dalam rangkaian tersebut?

Setelah ditetapkan tujuannya, Anda harus menentukan atribut yang akan diukur, yaitu penguasaan kompetensi menghitung volum benda berbentuk balok dan mengubah satuan ukurnya. Atribut ini kemudian dijabarkan karakteristiknya menjadi aspek-aspek yang diukur, misal: menentukan rumus yang akan digunakan, menghitung volum berdasar rumus yang ditetapkan, dan mengubah satuan. Mencermati atribut dan karakteristiknya, teknik penyekoran yang tepat pada pedoman penyekoran soal di atas adalah penyekoran analitik karena batas jawaban sudah jelas dan terbatas. Langkah selanjutnya Anda membuat kunci jawaban secara lengkap diuraikan dengan menurut urutan tertentu. Bila siswa telah menulis rumus yang benar diberi skor, memasukkan angka ke dalam formula dengan benar diberi skor, menghasilkan perhitungan yang benar diberi skor, dan kesimpulan yang benar juga diberi skor. Skor akhir diperoleh dengan menjumlahkan skor setiap respon pada soal tersebut. Berikut contoh pedoman penyekorannya:

-	Langkah	-	Kunci Jawaban	-	Skor
---	---------	---	---------------	---	------

-	1	-	Total nilai R =	-	1
			$R_1 + R_2 + R_3$		
-	2	-	$R_p = 100 \text{ ohm} + 150$	-	1
			$\text{ohm} + 250 \text{ ohm}$		
-	3	-	$R_p = 450 \text{ Ohm}$	-	1
-	4	-	Arus yang mengalir I =	-	1
			V/R		
-	5	-	$I = 10/500 = 0,02 \text{ Amper}$	-	1
-		-	Skor maksimum	-	5

Sebelum Anda gunakan, uji cobakan pedoman penyekoran di atas pada beberapa lembar pekerjaan siswa untuk mengetahui aplikabilitasnya. Jika ada beberapa bagian yang menyulitkan penggunaannya, perbaikilah sebelum digunakan untuk mengoreksi seluruh lembar jawaban siswa. Tetapi jika sudah dapat digunakan dengan baik, Anda dapat langsung menggunakan pedoman penyekoran di atas sebagai pedoman mengoreksi seluruh lembar jawaban siswa.

Misalkan Anda akan mengembangkan pedoman penyekoran tes untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa pada kompetensi dasar. Soalnya adalah sebagai berikut:

Kompetensi Dasar: Menganalisis rangkaian listrik arus

Soal: Lima buah resistro terhubung secara seri dan paralel terhubung dengan sumber tegangan searah 10 Volt. R1, R2 dan R3 terhubung secara paralel yang kemudian dihubungkan secara seri dengan R4 dan R5 juga terhubung secara paralel. Hitunglah arus total yang mengalir dalam rangkaian tersebut.

Tujuan pengembangan penyekoran ini jelas, yaitu sebagai pedoman penilaian pada pengukuran kecakapan pemecahan masalah siswa. Setelah Anda menetapkan tujuan penggunaan pedoman penyekoran Anda, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi atribut kemampuan pemecahan masalah. Lakukan kajian teoritik berbagai literature sehingga diperoleh gambaran jelas karakteristik kemampuan pemecahan masalah. Dari hasil kajian tersebut, jabarkan karakteristik kemampuan pemecahan masalah sehingga bisa digunakan sebagai poin pencermatan utama dalam penetapan skor. Secara umum ada empat langkah memecahkan masalah, yaitu: memahami masalah, membuat rencana pemecahan masalah, melaksanakan rencana pemecahan masalah, dan membuat kesimpulan. Pedoman penyekoran yang dapat digunakan:

- Kriteria	- 0	- 1	- 2
- Memahami masalah	- Tidak memahami masalah	- Kurang memahami masalah	- Mampu memahami masalah
- Merumuskan pemecahan masalah	- Tidak mampu merumuskan pemecahan	- Mampu merumuskan pemecahan, tetapi tidak tepat	- Mampu merumuskan pemecahan dengan tepat
- Melaksanakan pemecahan masalah	- Tidak mampu melaksanakan pemecahan masalah	- Mampu melaksanakan pemecahan masalah, tetapi tidak tepat	- Mampu Melaksanakan pemecahan masalah
- Membuat kesimpulan	- Tidak mampu membuat	- Mampu membuat kesimpulan,	- Mampu membuat kesimpulan

kesimpulan tetapi tidak
tepat

Skor yang Anda peroleh kemudian ditabulasikan sebagai berikut:

-	No	-	Nama	-	Kemampuan memecahkan masalah		
					Memahami masalah	Merumuskan pemecahan	Melaksanakan pemecahan
-	1	-		-	-	-	-
-	2	-		-	-	-	-
-	3	-		-	-	-	-

Untuk lebih menguatkan pemahaman Anda, berikut contoh lain pengembangan pedoman penyekoran, yaitu untuk tes pengukuran kreativitas berpikir siswa.

Tujuan pengembangan penyekoran ini jelas, yaitu akan digunakan sebagai pedoman penilaian pada pengukuran kreativitas berpikir siswa. Setelah Anda menetapkan tujuan pedoman penyekoran Anda, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi atribut kreativitas berpikir siswa. Lakukanlah kajian teoritik tentang kreativitas berpikir dari berbagai literatur sehingga diperoleh gambaran jelas tentang berbagai karakteristik kreativitas berpikir. Dari hasil kajian tersebut, jabarkan karakteristik kreativitas berpikir tersebut, sehingga bisa digunakan sebagai poin pencermatan utama dalam penetapan skor.

Misalkan, karakteristik kreativitas berpikir adalah:

- 1). Keterampilan Berpikir Lancar
 - a). Mencetuskan banyak gagasan, jawaban dan penyelesaian masalah.
 - b). Memberikan banyak cara untuk melakukan berbagai hal

2). Keterampilan Berpikir Luwes (Fleksibel)

- a). Menghasilkan banyak gagasan dan jawaban yang bervariasi.
- b). Dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda.

3). Keterampilan Berpikir Orisinil

- a). Mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik
- b). Memikirkan cara yang tidak lazim untuk mengungkapkan diri

4) Keterampilan Merinci (Mengelaborasi)

- a). Mampu memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan
- b). Merinci secara detail dari suatu gagasan sehingga menjadi lebih menarik

5) Keterampilan Menilai (Mengevaluasi)

Menentukan penilaian diri

Sumber: Utami Munandar (1999, dalam Eko Haryono, 2011)

Teknik penyekoran yang tepat untuk penilaian kreativitas berpikir adalah teknik penyekoran holistik. Selanjutnya Anda bisa segera menyusun pedoman penyekoran. Berikut ini contoh pedoman penyekoran dengan penyekoran holistik untuk pengukuran kreativitas berpikir yang dikembangkan Eko Haryono (2011).

2. Ketentuan pedoman penyekoran:

Perbandingan skor dari keterampilan, Berpikir Lancar : Berpikir Luwes : Berpikir

Orisinil : Memerinci : Mengevaluasi = 2 : 2 : 2 : 2 : 1. Tidak ada referensi baku yang secara verbal mengatakan perbandingan tersebut. Sri Utami Munandar menggunakan 5 aspek secara utuh, namun penelitian dan jurnal lain hanya menggunakan 4 aspek, yaitu tidak mengikut sertakan aspek mengevaluasi. Berdasarkan hal tersebut, disini ditetapkan penyekoran masing-masing aspek menggunakan perbandingan di atas. Penentuan skor dilakukan dengan langkah:

- a. Membaca setiap jawaban siswa secara menyeluruh dan dibandingkan pedoman penyekoran.
- b. Membubuhkan skor disebelah kiri setiap jawaban. Ini dilakukan per nomor soal
- c. Menjumlahkan skor-skor yang telah dituliskan pada setiap jawaban
- d. Menjumlahkan skor tiap-tiap bagian sehingga diperoleh skor akhir

Skor yang Anda peroleh kemudian ditabulasikan sebagai berikut:

No	Nama	Berpikir yang Dinilai					Skor Siswa
		Lancar	Luwes	Lisinil	Orisinal	Memang	
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
st							

Untuk lebih menguatkan pemahaman Anda, berikut contoh lain pengembangan pedoman penyekoran, yaitu untuk tes pengukuran kreativitas berpikir siswa. Tujuan pengembangan penyekoran ini jelas, yaitu akan digunakan sebagai pedoman penilaian pada pengukuran kreativitas berpikir siswa. Setelah Anda menetapkan tujuan pedoman penyekoran Anda, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi atribut kreativitas berpikir siswa. Lakukanlah kajian teoritik tentang kreativitas berpikir dari berbagai literatur sehingga diperoleh gambaran jelas tentang berbagai karakteristik kreativitas berpikir. Dari hasil kajian tersebut, jabarkan karakteristik kreativitas berpikir tersebut, sehingga bisa digunakan sebagai poin pencermatan utama dalam penetapan skor.

Misalkan karakteristik kreativitas berpikir adalah

- 1) Keterampilan berpikir lancar
 - a) Mencetuskan banyak gagasan, jawaban dan penyelesaian masalah
 - b) Memberikan banyak cara untuk melakukan berbagai hal

- 2) Kemampuan berpikir luwes (fleksibel)
 - a) Menghasilkan banyak gagasan dan jawaban yang bervariasi.
 - b) Dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda.
- 3) Kerampilan berpikir orisinal
 - a) Mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik
 - b) Memikirkan cara yang tidak lazim untuk mengungkapkan diri
- 4) Keterampilan merinci (mengelaborasi)
 - a) Mampu memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan
 - b) Merinci secara detail dari suatu gagasan sehingga menjadi lebih menarik
- 5) Keterampilan menilai (mengevaluasi)

Menentukan penilaian diri

Teknik penyekoran yang tepat untuk penilaian kreativitas berpikir adalah teknik penyekoran holistik. Selanjutnya Anda bisa segera menyusun pedoman penyekoran. Berikut ini contoh pedoman penyekoran dengan penyekoran holistik untuk pengukuran kreativitas berpikir yang dikembangkan Eko Haryono (2011).

Tabel 10. Pedoman penyekoran holistik (penyekoran kreativitas berpikir)

o	Indikator	Atributor	Indikator	Skor 0	Skor 2	Skor 4	Skor 6
1	Keterampilan berpikir lancar	a) Menghasilkan banyak gagasan, jawaban dan penyelesaian masalah b) Memikirkan banyak cara untuk melakukan berbagai hal	Mencetuskan banyak gagasan, jawaban dan penyelesaian masalah Memikirkan banyak cara untuk melakukan berbagai hal	Siswa tidak memberikan jawaban	1. Siswa tidak mengemukakan cara penyelesaian yang benar 2. Siswa tidak memperoleh cara penyelesaian yang benar	1. Siswa mengemukakan cara penyelesaian yang benar 2. Siswa memperoleh cara penyelesaian yang benar	1. Siswa mengemukakan cara penyelesaian yang benar 2. Siswa memperoleh cara penyelesaian yang benar

-	2 - mpuan luwes	Kema berpikir	- a)Menghasil kan banyak gagasan dan jawaban yang bervariasi. - b) Dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda.	- iswa tidak memberik an jawaban	S	- 1. Siswa tidak memaha mi penjelas an pada langkah- langkah jawaban nya - 2. Siswa mengerj akan dengan satu cara penyele saian yang benar	- 1. Siswa memaha mi penjelas an pada langkah- langkah jawaban nya - 2. Siswa mengerj akan dengan dua cara penyele saian yang salah satunya benar	- Siswa tidak memaha mi penjelas an pada langkah- langkah jawaban nya - 2. Siswa mengerj akan dengan dua atau lebih cara penyele saian yang benar
-	3 - pilan orisinil	Keram berpikir	- a) Mamp u melahirkan ungkapan yang baru dan unik - b) Memik irkan cara yang tidak lazim untuk mengungkap kan diri	- iswa tidak memberik an jawaban	S	- iswa menyese ian soal dengan langkah yang lazim digunakan siswa lainnya (digunaan 50% dari jumlah siswa yang menjawab)	- iswa menyese ian soal dengan langkah yang tidak lazim digunakan siswa lainnya (digunaka n 30%- 50% dari jumlah siswa yang menjawab)	- iswa menyese ian soal dengan langkah yang tidak lazim digunakan siswa lainnya (digunaka n 30% dari jumlah siswa yang menjawab)
-	4 - mpilan merinci	Ketera mpilan merinci	- a) Mamp u memperkaya dan mengemban gkan suatu gagasan - b) Merinc i secara	- iswa tidak memberik an jawaban	S	- iswa tidak memberik an langkah yang lengkap dalam menyese ikan soal	- iswa kurang memberik an langkah yang lengkap dalam menyese ikan soal	- iswa lengkap dalam menyese ikan soal

detail dari
suatu
gagasan
sehingga
menjadi lebih
menarik

-	-	-	-	S kor 0	-	S kor 1	-	S kor 2	-	S kor 3
-	5 - mplan merinci	Ketera ntukan	Mene patokan penilaian sendiri dan menentukan apakah buat pertanyaan atau gagasan benar atau tidak	- iswa tidak memberik an jawaban	S	- iswa tidak memberik an kesimpula n pada akhir jawaban	S	- iswa kurang benar dalam memberik an kesimpula n pada akhir jawaban	S	- iswa tepat dalam memberik an kesimpula n pada akhir jawaban

Ketentuan pedoman penyekoran:

- Perbandingan skor dari keterampilan, Berpikir Lancar : Berpikir Luwes : Berpikir Orisinil : Memperinci : Mengevaluasi = 2 : 2 : 2 : 2 : 1. Tidak ada referensi baku yang secara verbal mengatakan perbandingan tersebut. Sri Utami Munandar menggunakan 5 aspek secara utuh, namun penelitian dan jurnal lain hanya menggunakan 4 aspek, yaitu tidak mengikut sertakan aspek mengevaluasi.

Berdasarkan hal tersebut, disini ditetapkan penyekoran masing-masing aspek menggunakan perbandingan di atas.

- Penentuan skor dilakukan dengan langkah:
 1. Membaca setiap jawaban siswa secara menyeluruh dan dibandingkan pedoman penyekoran.
 2. Membubuhkan skor disebelah kiri setiap jawaban. Ini dilakukan per nomor soal
 3. Menjumlahkan skor-skor yang telah dituliskan pada setiap jawaban
 4. Menjumlahkan skor tiap-tiap bagian sehingga diperoleh skor akhir

Skor yang Anda peroleh kemudian ditabulasikan sebagai berikut

No	Nama	Berpikir yang Dinilai					Skor
		Lancar	Luwes	Risnil	Merinci	Mengevaluasi	
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

Untuk klasifikasi kriteria dari kreativitas berpikir yang di ukur sebagai mana berikut:

Kriteria	Kategori
$0 \leq \text{skor} \leq 21$	Tidak kreatif
$22 \leq \text{skor} \leq 43$	Kurang kreatif
$44 \leq \text{skor} \leq 65$	Cukup kreatif
$66 \leq \text{skor} \leq 87$	Kreatif
$88 \leq \text{skor} \leq 108$	Sangat kreatif

D. Aktifitas Pembelajaran

Aktifitas Pembelajaran yang harus dilakukan selama pelatihan adalah sebagai berikut;

1. Aktifitas Pembelajaran yang harus dilakukan peserta diklat adalah :

- Membaca dan mempelajari bahan referensi sebagai penunjang materi yang akan diberikan.
- Menyelesaikan semua tugas yang diberikan.
- Meminta pelatih/instruktur untuk merespon kegiatan saudara.
- Menyelesaikan tes formatif tiap kegiatan pembelajaran.

- d. Menyelesaikan tugas-tugas praktek.
- e. Dalam mengerjakan latihan, cobalah sendiri terlebih dahulu sebelum melihat kunci jawaban.
- f. Kunci jawaban untuk masing-masing jawaban terdapat pada akhir kegiatan tersebut.

2. Perlengkapan yang harus disiapkan oleh pelatih/instruktur :

- a. Memberi penjelasan yang relevan dengan pembelajaran modul
- b. Memberi bantuan pada peserta pelatihan yang mengalami hambatan belajar
- c. Memeriksa tugas-tugas peserta pelatihan
- d. Menyediakan laboratorium yang dilengkapi komponen praktek yang dituntut dalam modul

3. Aktifitas yang harus dilakukan pelatih/instruktur adalah :

- a. Membantu peserta pelatihan dalam merencanakan Diklat yang akan ditempuh
- b. Membimbing peserta pelatihan peserta Diklat dalam kegiatan pelatihan.
- c. Membantu peserta pelatihan dalam memahami konsep dan praktek.
- d. Mengorganisasikan seluruh kegiatan pendidikan dan pelatihan.
- e. Mempersiapkan prosesi dan perangkat penilaian.
- f. Melaksanakan penilaian hasil pelatihan.
- g. Mencatat pencapaian kemajuan peserta Diklat.

E. Tugas/Latihan

Buatlah pedoman penyekoran yang dapat digunakan sebagai pedoman penyekoran soal tes esay (uraian) untuk mengukur pemahaman konsep siswa pada suatu KD tertentu!

F. Rangkuman

Pedoman penyekoran merupakan pedoman menentukan skor pekerjaan siswa. Langkah mengembangkan pedoman penyekoran adalah menentukan tujuan, mengidentifikasi atribut, menjabarkan karakteristik atribut, menentukan teknik penyekoran, menyusun pedoman penyekoran, melakukan *piloting/ujicoba* terbatas, dan memperbaiki pedoman penyekoran menjadi pedoman siap pakai.

G. Umpan Balik

Untuk mengetahui kebenaran jawaban Anda, silahkan baca kembali penjelasan yang ada pada modul ini, atau berdiskusi dengan teman sejawat Anda. Bila Anda menemui kesulitan menyelesaikan soal latihan di atas, Anda dapat menghubungi penulis. Untuk menilai hasil penyelesaian latihan di atas, gunakanlah pedoman penilaian berikut untuk menentukan skor perolehan

- o spek A	- Kriteria	- Sko r
- A tribut	- Memuat seluruh atribut berpikir kreatif	-
	- Memuat sebagian atribut berpikir kreatif	-
	- Tidak memuat atribut berpikir kreatif	-
- In dikator	- Semua atribut dirinci menjadi sejumlah indikator	-
	- Ada atribut yang tidak dirinci indikatornya	-
	- Semua indikator sesuai dengan karakteristik atribut	-
	- Sebagian indikator tidak sesuai dengan karakteristik atribut	-
- K riteria - p enyekor an	- 75% ketentuan pada masing-masing skor jelas	-
	- 50% < ketentuan pada masing-masing skor jelas < 75%	-
	- Ketentuan pada masing-masing skor jelas < 50%	-

Petunjuk penyekoran: Skor akhir Anda = (Skor capaian: 18) × 100 %

Untuk mengetahui pencapaian pemahaman, Anda dapat mencocokkan jawaban Anda dengan petunjuk jawaban yang sudah disediakan. Bila kebenaran jawaban Anda mencapai 75% atau lebih berarti Anda telah memahaminya. Sebaiknya Anda melanjutkan belajar ke modul berikutnya setelah pemahaman Anda mencapai minimal 75%. Bila Anda menemui kesulitan dalam memahami modul ini, Anda dapat menghubungi penulis untuk dibicarakan lebih lanjut.

H. Kunci Jawaban

Pedoman penyekoran merupakan pedoman menentukan skor pekerjaan siswa. Langkah mengembangkan pedoman penyekoran adalah menentukan tujuan, mengidentifikasi atribut, menjabarkan karakteristik atribut, menentukan teknik penyekoran, menyusun pedoman penyekoran, melakukan *piloting*/ujicoba terbatas, dan memperbaiki pedoman penyekoran menjadi pedoman siap pakai.

Kegiatan Pembelajaran 5

RANGKAIAN PNEUMATIK DENGAN KONTROL PLC

A. Tujuan

1. Peserta didik dapat merakit rangkaian pneumatik sesuai dengan prosedur rakitan
2. Peserta didik dapat merakit kontrol PLC sesuai dengan prosedur rakitan
3. Peserta didik dapat mengkombinasikan antara rangkaian pneumatik dan kontrol PLC sesuai dengan prosedur rakitan

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Rakitan kontrol PLC dan rangkaian Pneumatik sesuai dengan prosedur rakitan.

C. Uraian Materi

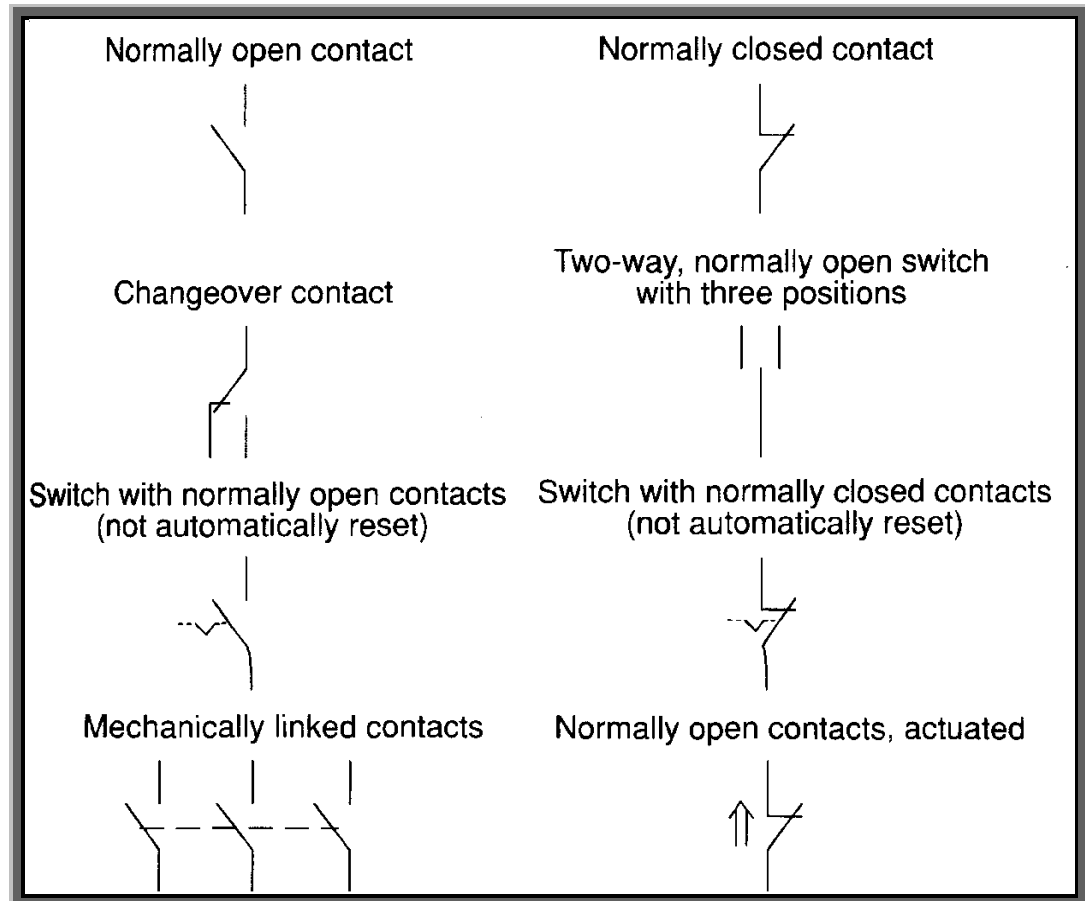
1. Diagram Rangkaian

1.1. Simbol-simbol kelistrikan

Simbol-simbol kelistrikan berfungsi untuk memudahkan penggambaran rangkaian (sirkuit) kelistrikan. Pada prinsipnya elektrik sebagai sumber energi akan berfungsi apa bila listrik tersebut mengalir sampai ke pemakai. Untuk itu diperlukan komponen – komponen penyambung dan pemutus atau switch dan relay serta komponen penggerakannya. Dalam penggambaran diagram rangkaian (diagram sirkuit) akan sangat susah bila kita menggambar komponen yang dihubungkan dengan kabel-kabel dan penyambung atau pemutusnya. Oleh karena itu dibuatlah simbol-simbol yang secara internasional disepakati. Berikut ini merupakan simbol-simbol yang dimaksud.

Switch dan relay

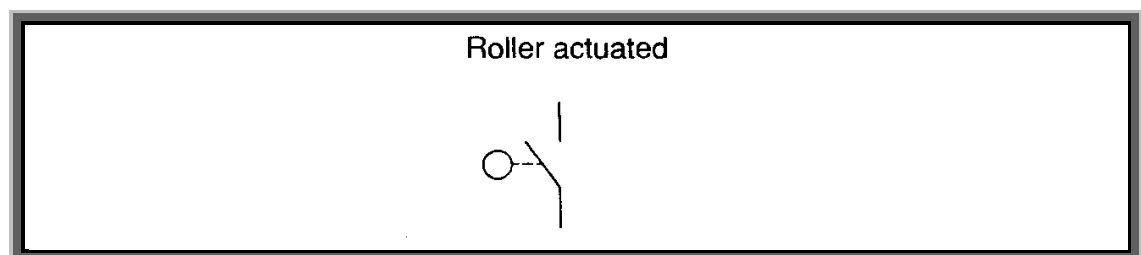
Menurut bentuk posisi awal switch dapat dibedakan seperti berikut :



Gambar 1. Switch dan relay

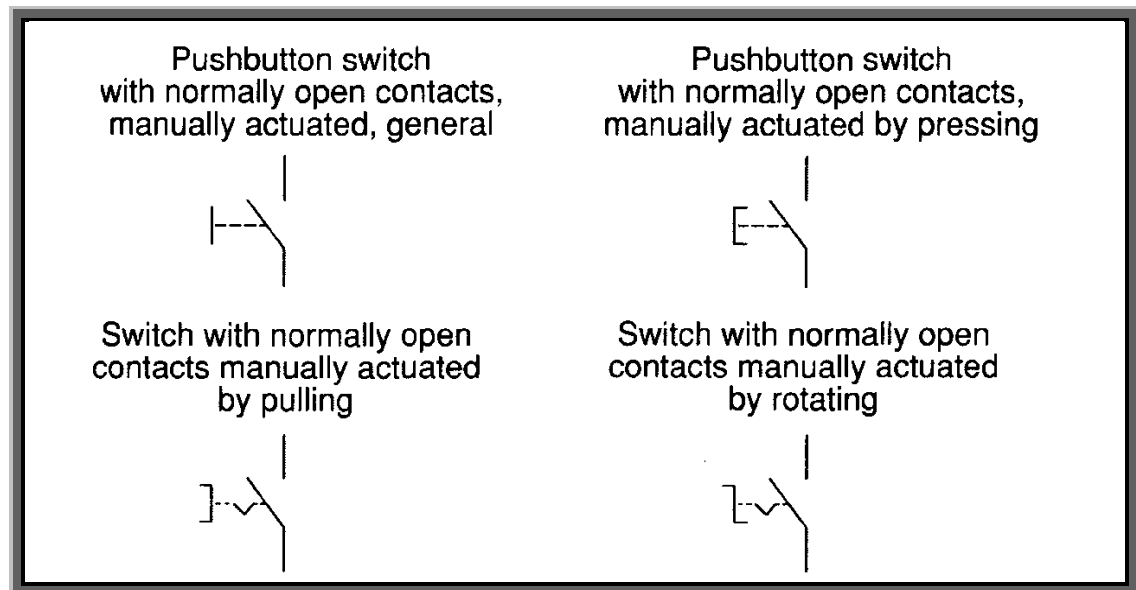
Macam-macam penggerak switch :

❖ Penggerak mekanik (roller)



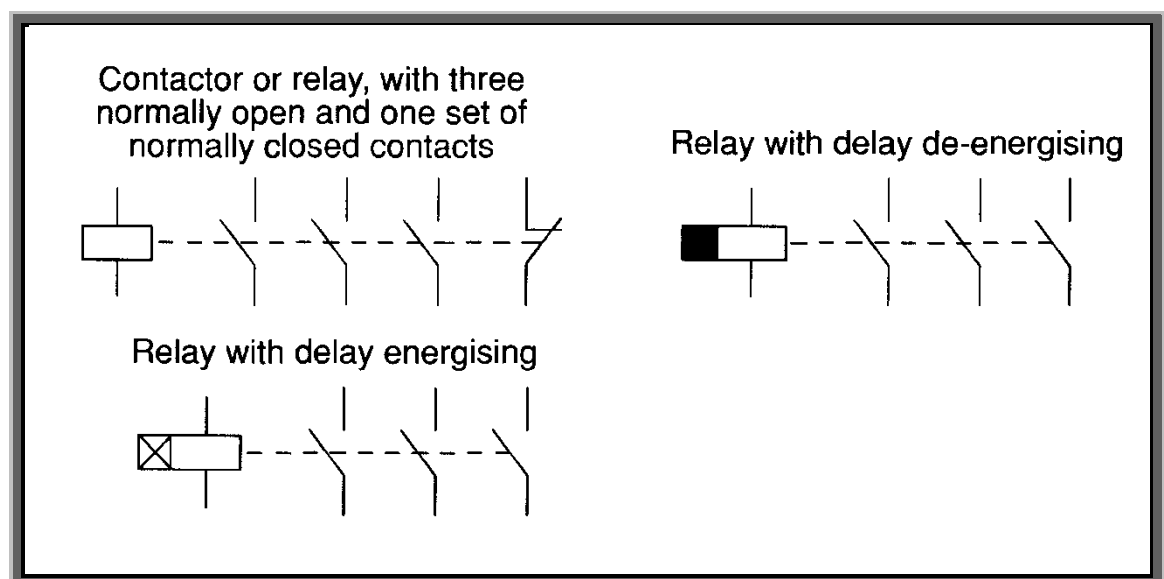
Gambar 2a. Penggerak mekanik (roller)

❖ **Penggerak manual**



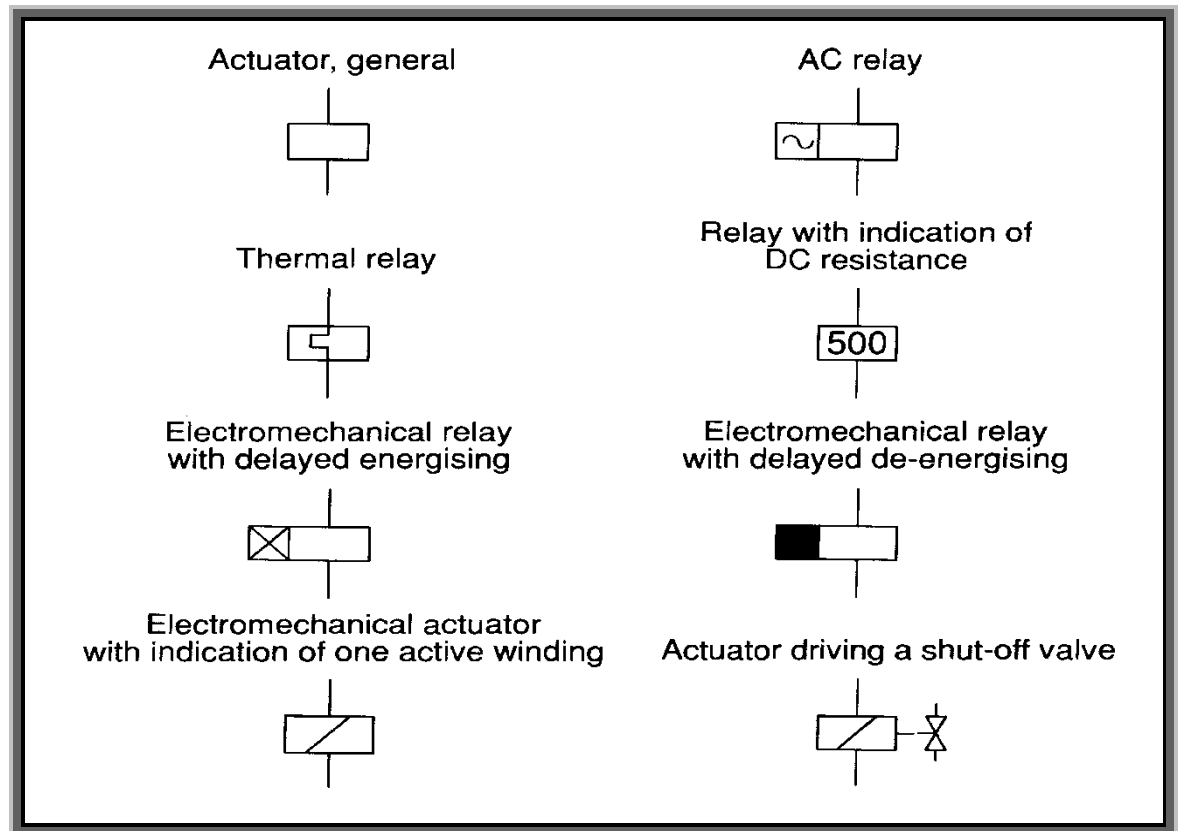
Gambar 2b. Penggerak manual

Relay coil dan kontak relay



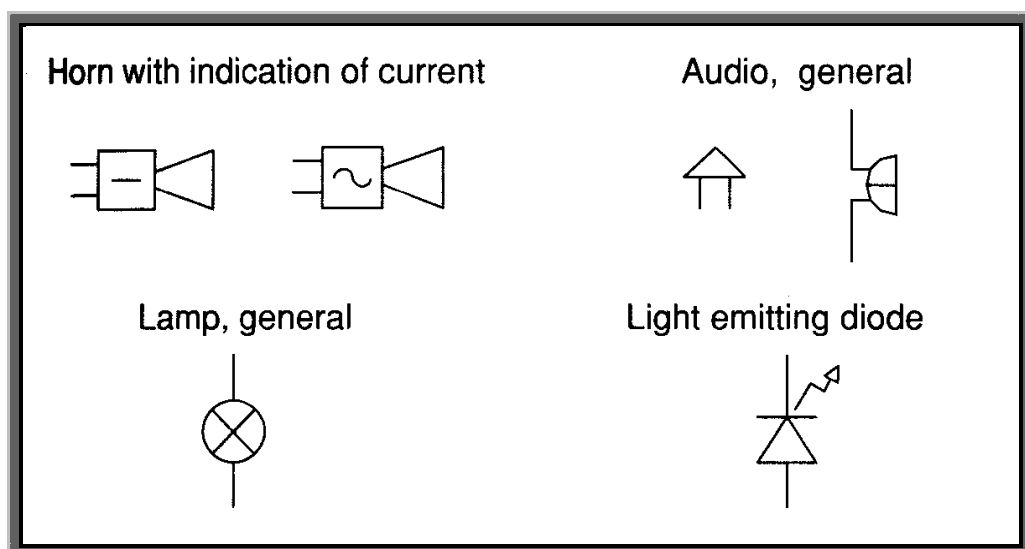
Gambar 3. Relay coil dan kontak relay

Relay dan actuator coil

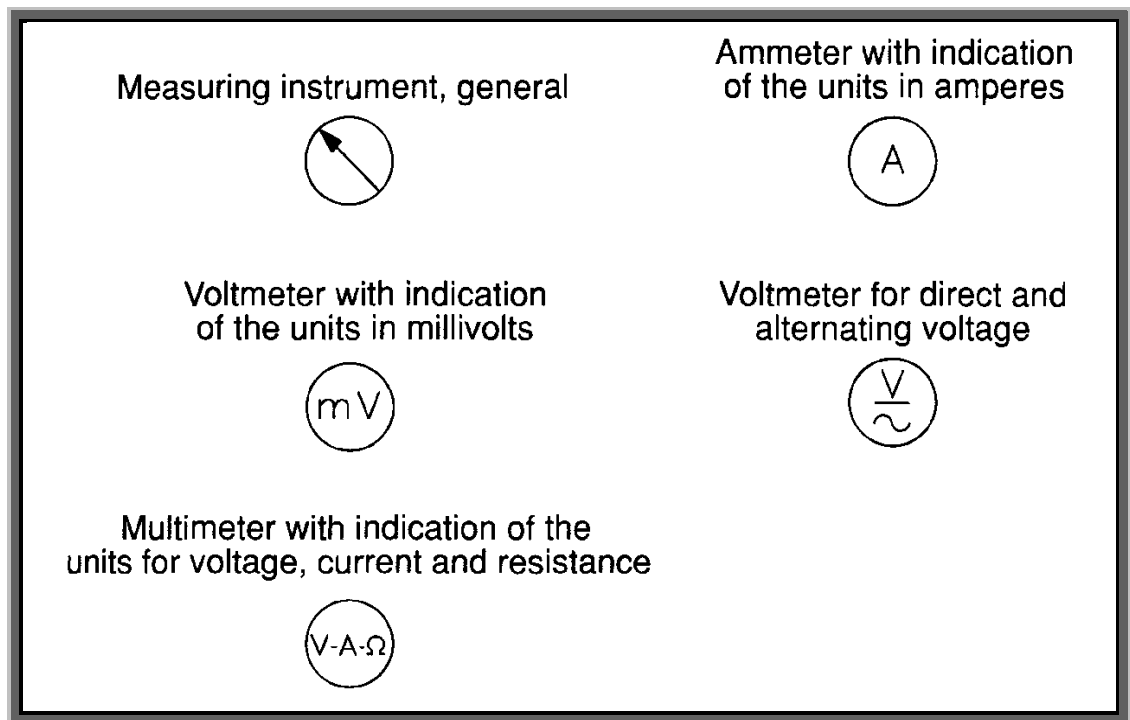


Gambar 4. Relay dan actuator coil

Audio dan visual indicator

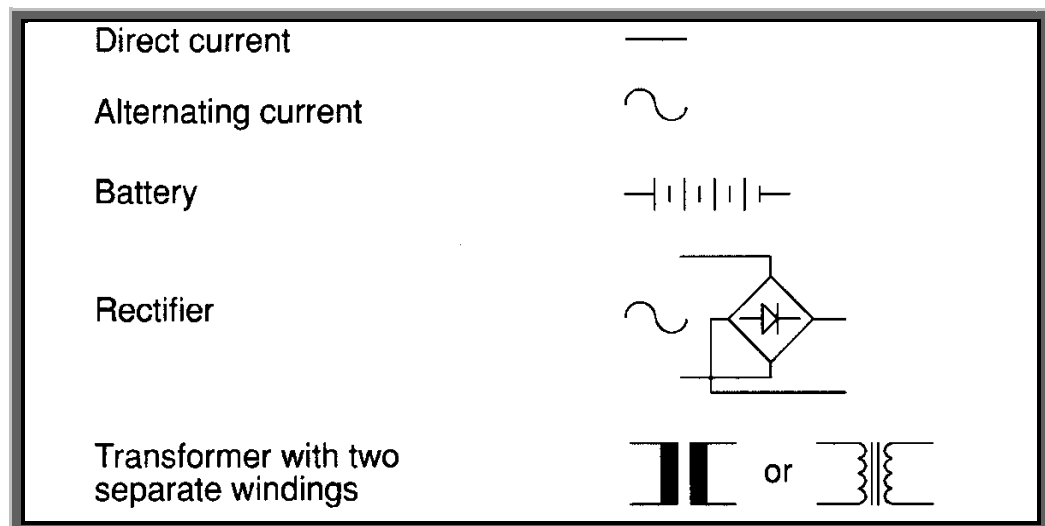


Gambar 5. Audio dan visual indicator



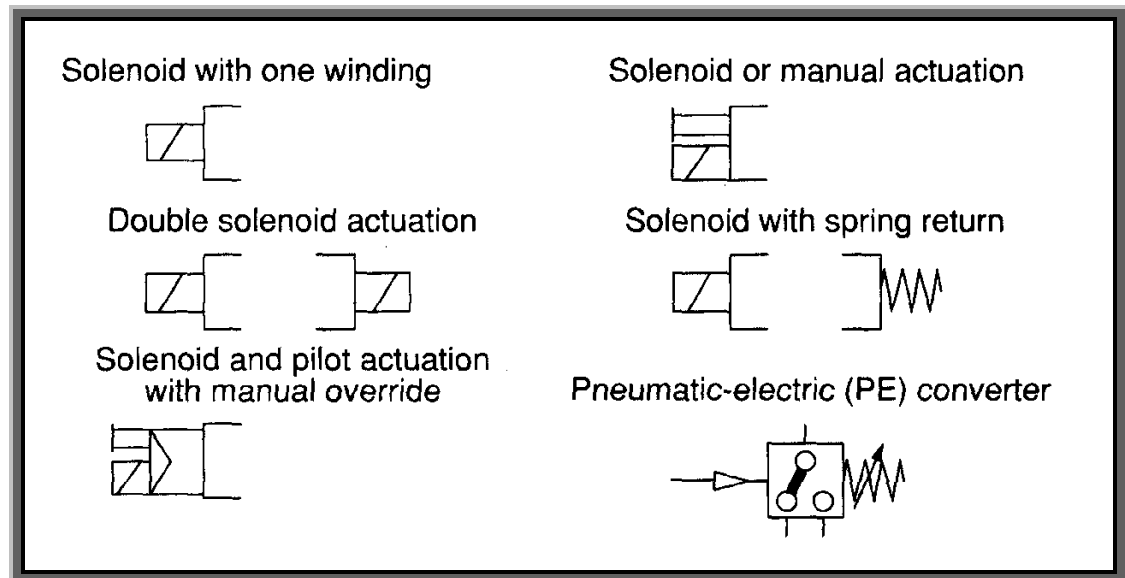
Gambar 6. Alat-alat ukur listrik

Suplai energi listrik



Gambar 7. Suplai energi listrik

Penggerak mekanik dan penggerak listrik

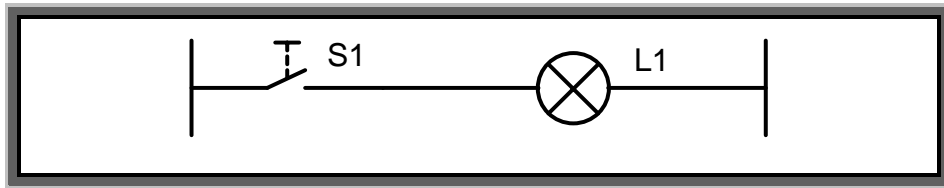


Gambar 8. Penggerak mekanik dan penggerak listrik

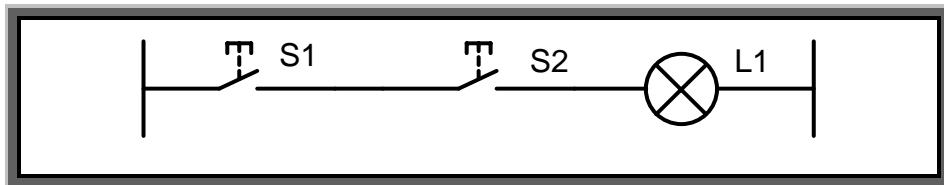
1.1. Rangkaian listrik

Sebelum kita masuk kepada rangkaian ladder terlebih dahulu kita mengenal rangkaian wire logic / hard wire karena munculnya diagram ladder berasal dari wire logic / hard wire. Sebelum revolusi industri tahun 1960-1970 automasi digunakan dalam rangkaian wire logic yang mana terdapat banyak kelemahan diantaranya pengkabelannya yang begitu rumit, karena setiap terminal dihubungkan. Untuk menjawab tantangan itu orang menggunakan PLC yang dapat mengurangi pengkabelan 80 %, yang pada dasarnya diagram ladder adalah wire logic yang dipindahkan kedalam software. Nantinya kita tidak lagi merakit secara hardware tetapi secara software.

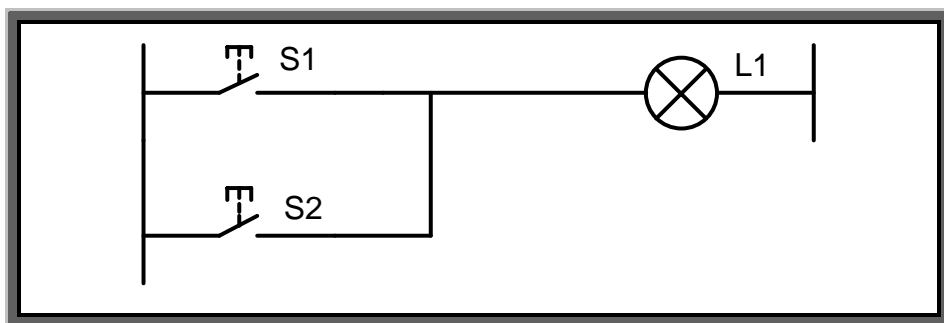
Berikut ini adalah macam-macam rangkaian wire logic / hard wire :



Gambar 9a. Jika S1 ditekan maka L1 akan nyala

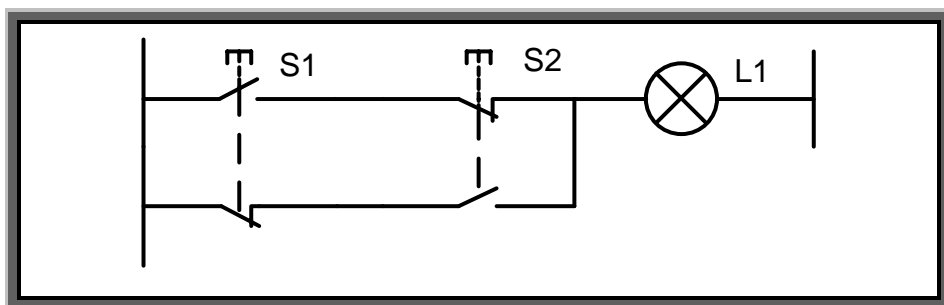


Gambar 9b. Jika S1 dan S2 ditekan maka L1 akan nyala



Gambar 9c. Rangkaian fungsi logic OR

Jika salah satu dari S1 dan S2 atau dua-duanya ditekan maka L1 akan nyala . Rangkaian ini disebut fungsi logic OR



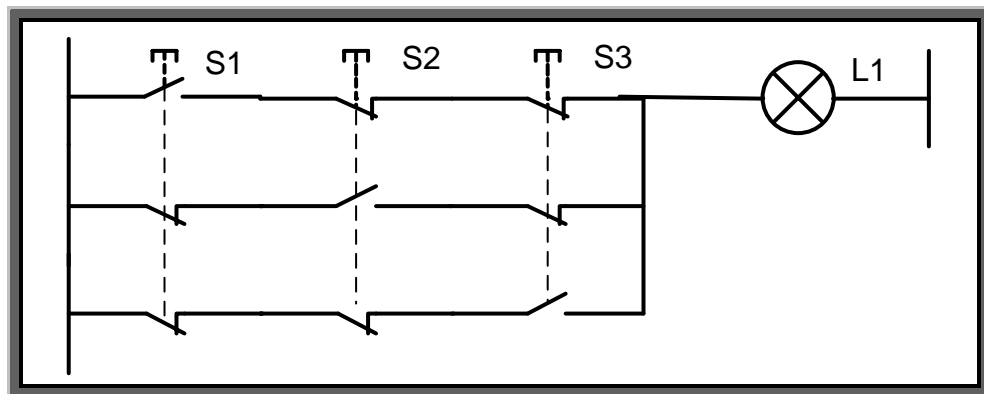
Gambar 9d. Ragkaian fungsi logika EX-OR

Jika salah satu dari S1 dan S2 ditekan maka L1 akan nyala, selain itu tidak nyala. Rangkaian ini disebut fungsi logic EX-OR

Contoh soal 1

Tiga buah switch S1, S2 dan S3 serta sebuah lampu L1. Jika satu buah dari tiga saklar ditekan maka lampu menyala, selain itu tidak menyala. Buatlah diagram rangkaian kelistrikannya.!

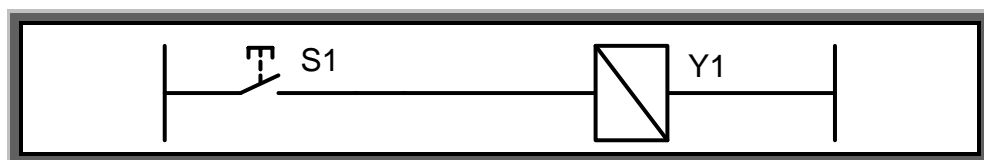
Jawab : Gambar 10 berikut ini adalah rangkaian (*wire logic/hard wire*) yang dimaksud.



Gb 10. Rangkaian lampu untuk contoh soal 1

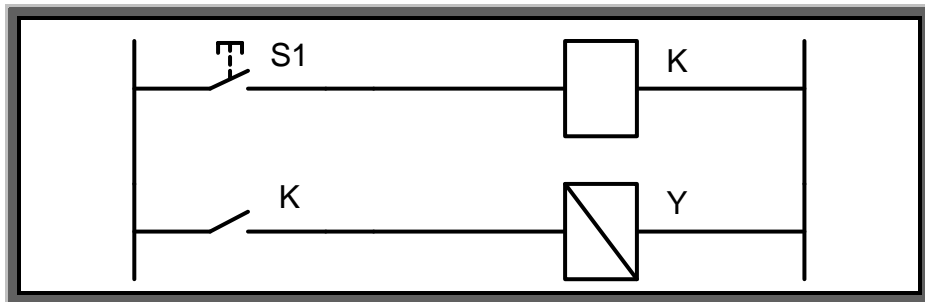
Rangkaian langsung atau direct control

Tombol S1 mengontrol langsung coil atau solenoid Y1, artinya bila tombol S1 ditekan maka solenoid Y1 akan bekerja



Gb.11. Rangkaian langsung

Rangkaian tidak langsung atau indirect control



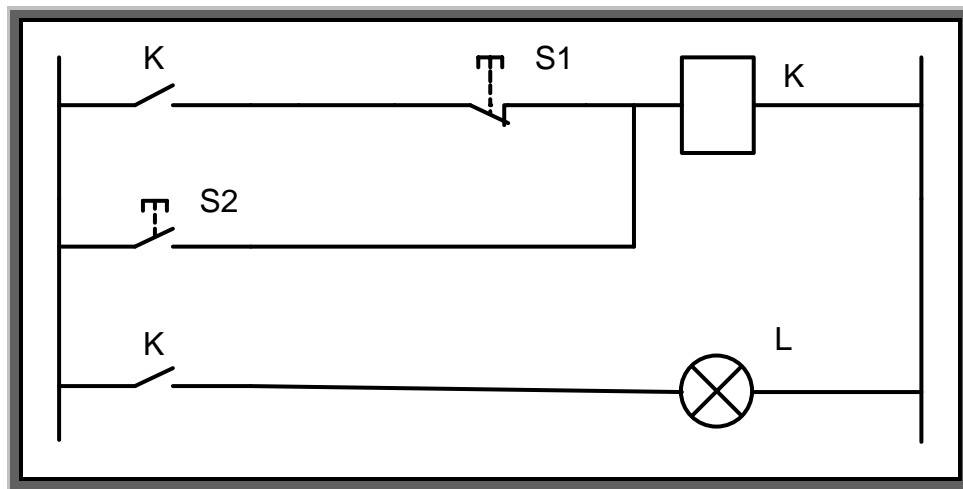
Gambar 12. Rangkaian tidak langsung

Gambar 12 di atas menunjukkan diagram rangkaian tidak langsung, yaitu tombol S1 mengaktifkan coil relay (K), kemudian coil relay (K) mengaktifkan kontak relay NO (K) sehingga posisinya menjadi terhubung. (Cara kerja relay, lihat Gambar 3). Dengan terhubungnya kontak relay (K) berarti dia mengaktifkan solenoid (Y).

Contoh soal 2

Jika S2 ditekan maka akan mengaktifkan coil K. Apabila S1 ditekan maka coil K tidak aktif dan jika kedua-duanya saklar ditekan dalam waktu yang bersamaan, maka coil K akan aktif. Rangkailah rangkaian kedalam Wire logic dengan menggunakan relay.

Jawab : Gambar 13 berikut ini adalah sirkuit elektrik (wire logic) yang dimaksud.



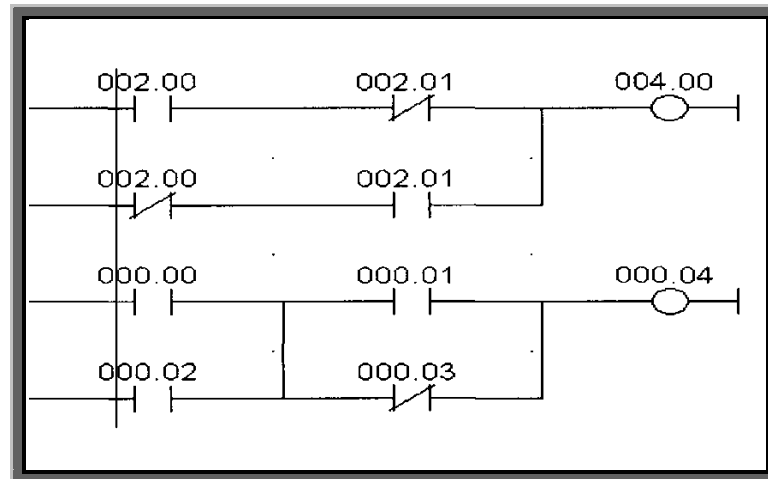
Gambar 13. Rangkaian listrik satu lampu dengan sirkuit mengunci

1.2. Diagram Ladder

Diagram ladder (tangga) ialah bahasa pemrograman PLC dengan menggunakan simbol-simbol untuk menggambarkan kontak-kontak (switches) dan piranti-piranti keluaran (output devices) guna menggambarkan operasi suatu sistem. Penyajian berbentuk diagram (graphical) diinterpretasikan oleh piranti pemrograman ke dalam bahasa yang dapat di baca oleh PLC processor.

Diagram ladder mempunyai dua buah garis vertikal. Terletak diantaranya dan menghubungkannya, berupa garis horisontal adalah aliran arus dan disebut juga rungs (anak tangga). Simbol-simbol yang menggambarkan operasi sirkuit disusun sesuai dengan urutan operasinya, yaitu piranti masukan (input devices) seperti switch dan sensor diletakkan di bagian kiri dan piranti keluaran untuk aktuator di bagian kanan. Address atau alamat yang berupa angka-angka atau huruf atau gabungannya ditulis di atas setiap simbol.

Diagram ladder Gambar 14 di bawah ini adalah salah satu bentuk diagram ladder dari software PLC-OMRON



Gb.14. Diagram ladder

Salah satu jenis PLC-OMRON seperti Gambar 15, Memiliki CPU-Rack dan EXPANSION-Rack. Pada CPU Rack terdapat 8 buah Slot yang ditandai dengan Slot 000 s.d 009. Setiap slot memiliki terminal input dan output. Ada yang memiliki 16 terminal atau ada yang 8 terminal dan terminal tersebut diberi nomor mulai dari 00, 01, 02 dan seterusnya. Sedangkan pada EXPANSION Rack slotnya ditandai dengan :

- Expansion 1 : IR010, IR011, IR012 dan seterusnya
- Expansion 2 : IR020, IR021, IR022 dan seterusnya
- Expansion 3 : IR300, IR301, IR302 dan seterusnya (sedikit beda)

Dengan demikian diagram ladder di atas dapat kita baca sebagai berikut :

- Pada rung pertama paling kiri berarti kontak NO diinstal pada slot ke tiga (002) dan pada terminal pertama (angka 00 di belakang 002.)
- Jadi tiga digit pertama menunjukkan slot dan dua digit terakhir menunjukkan terminal.

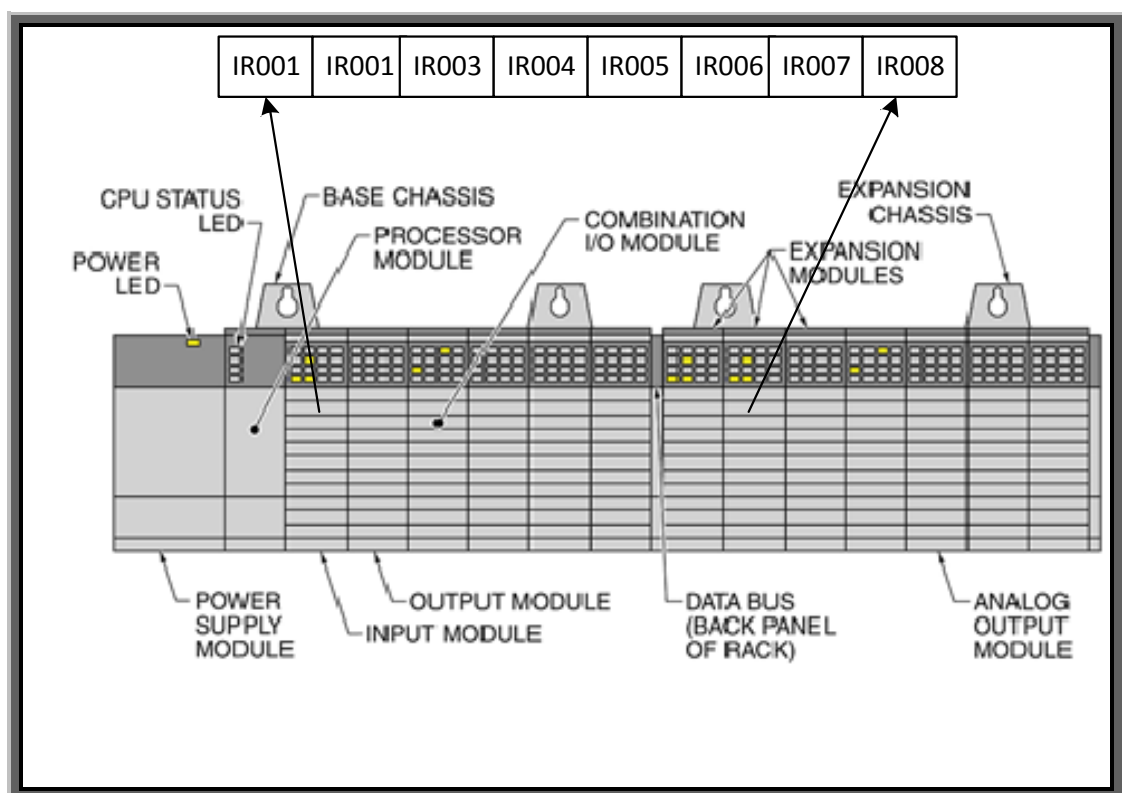
Alokasi I/O

Terminal I/O (Input / Output) – Alokasi Bit IR

Tabel berikut ini menunjukkan bit-bit IR (*Internal Relay*) pada rack CPU (*Central Processing Unit*) maupun rack ekspansi. Bit ialah setiap karakter pada internal relay.

Tabel 11. bit-bit IR (Internal Relay) pada rack CPU

Rack	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4	Slot 5	Slot 6	Slot 7	Slot 8	Slot 9	Slot 10
CPU	IR000	IR001	IR002	IR003	IR004	IR005	IR006	IR007	IR008	IR009
Ekspansi 1	IR010	IR011	IR012	IR013	IR014	IR015	IR016	IR017	IR018	IR019
Ekspansi 2	IR020	IR021	IR022	IR023	IR024	IR025	IR026	IR027	IR028	IR029
Ekspansi 3	IR300	IR301	IR302	IR303	IR304	IR305	IR306	IR307	IR308	IR309



Gambar 15. CPU rack dan Expansion rack

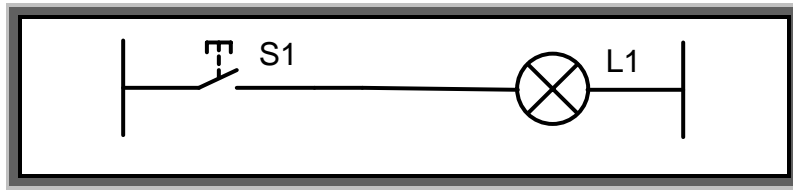
Area Data

AREA	SIZE	RANGE
Internal Relay Area 1	3776 bit	IR 000 – IR 235
Special Relay Area 1	312 bit	SR 236 – SR 255
Special Relay Area 2	704 bit	SR 256 – SR 299
Internal Relay Area 2	3392 bit	IR 300 – IR 511
Temporer Relay Area	8 bit	TR 00 – TR 07
Holding Relay Area	1600 bit	HR 00 – HR 99
Auxillary Relay Area	148	AR 00 – AR 27
Link Relay Area	1024 bit	LR 00 – LR 63

AREA	SIZE	RANGE
Timer/Counter	512 Timer/Counter	TC 000 – TC 511
Data Memori Area	6144 word	DM 0000 – DM 6143
Fixed DM Area	512 word	DM 6144 – DM 6599
Extended Data Memori Area	6144 word	EM 0000 – EM 6143

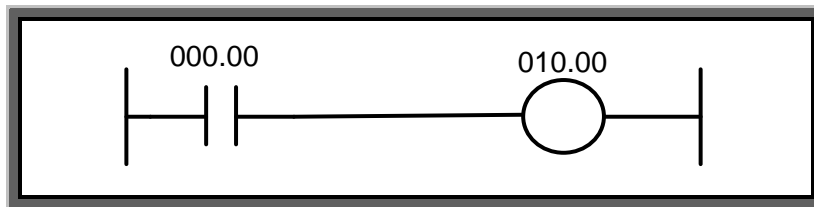
1.3. Pengubahan Diagram Elektrik menjadi Diagram Ladder.

Berikut ini adalah beberapa contoh pengubahan diagram rangkaian elektrik menjadi diagram ladder yang dilengkapi dengan adresnya.

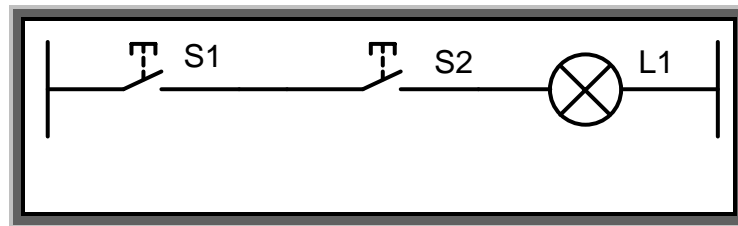


Gambar 16a. Diagram rangkaian elektrik

menjadi

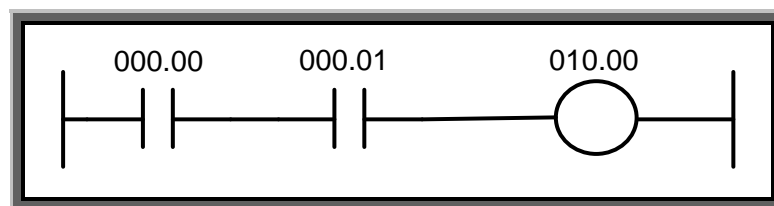


Gambar 16b. Diagram ladder

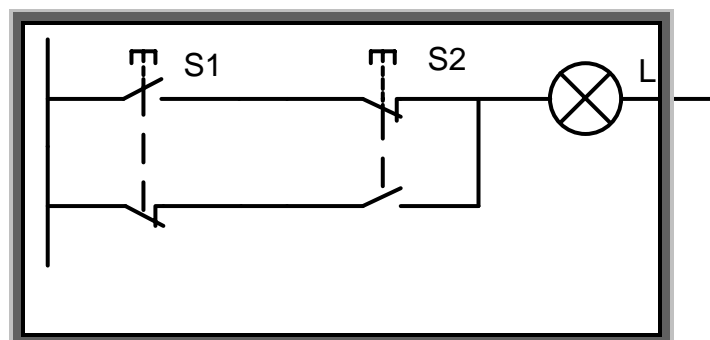


Gambar 16c. Diagram rangkaian elektrik

menjadi

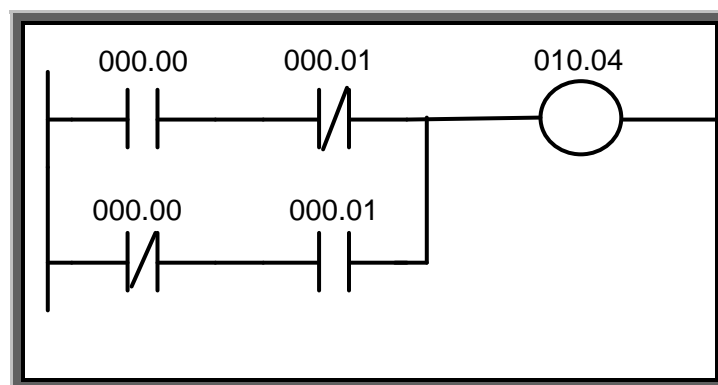


Gambar 16d. Diagram ladder

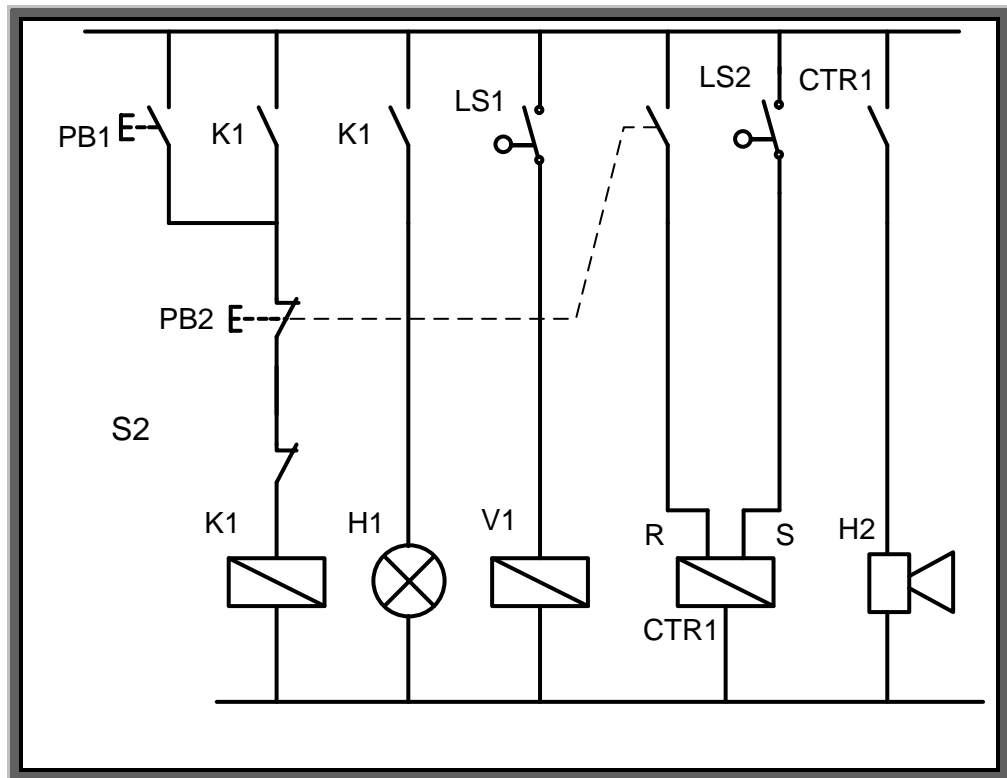


Gambar 16e. Diagram rangakain elektrik

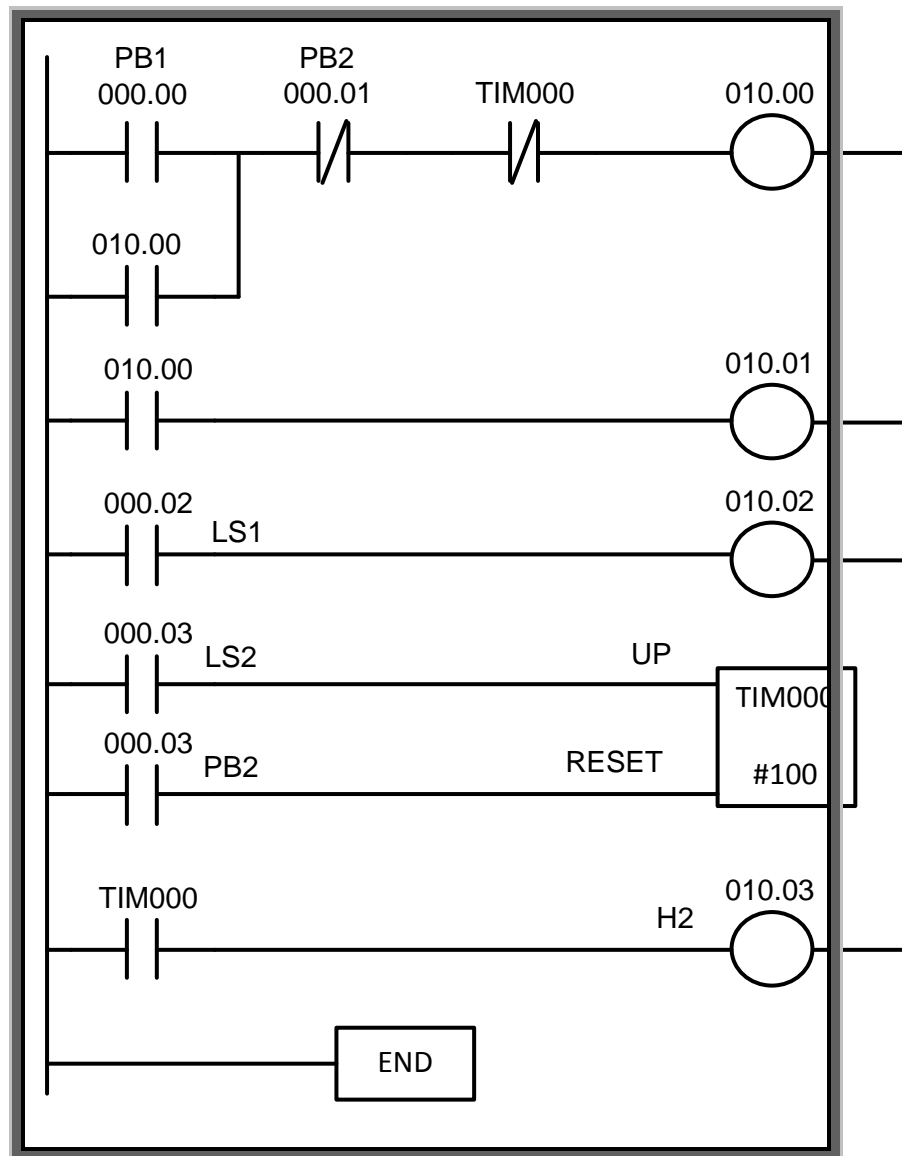
menjadi



Gambar 16f. Diagram ladder



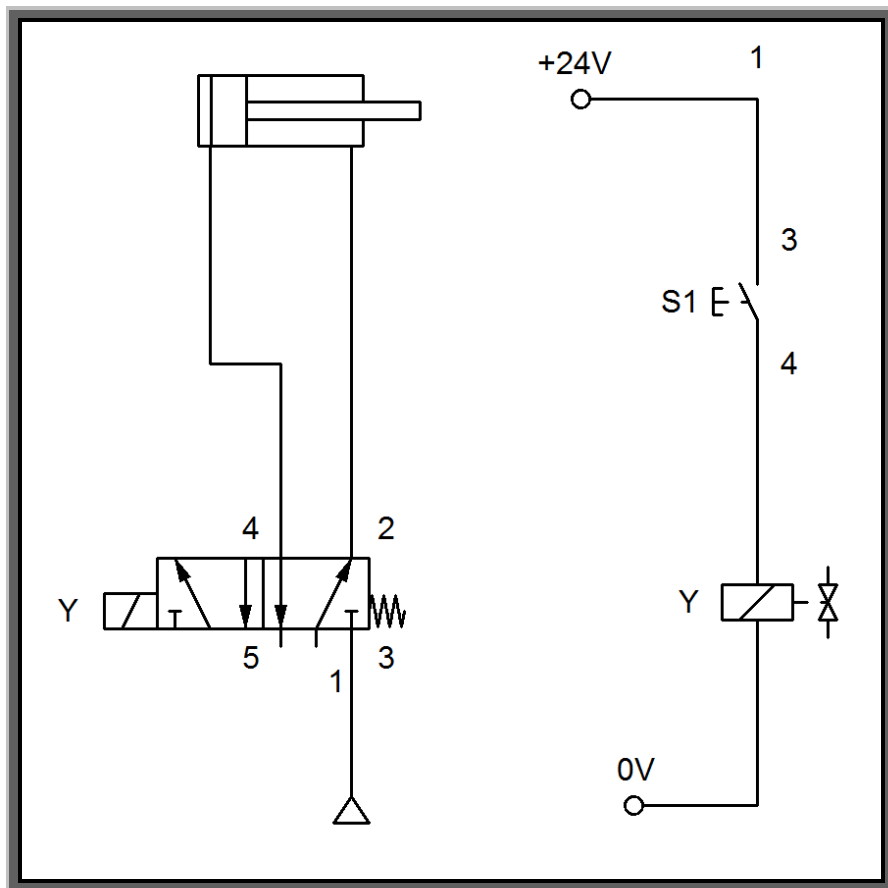
Gb.16g. Diagram rangkaian elektrik bentuk lain



Gambar 16h. Diagram ladder dari rangkaian elektrik pada Gb.16g

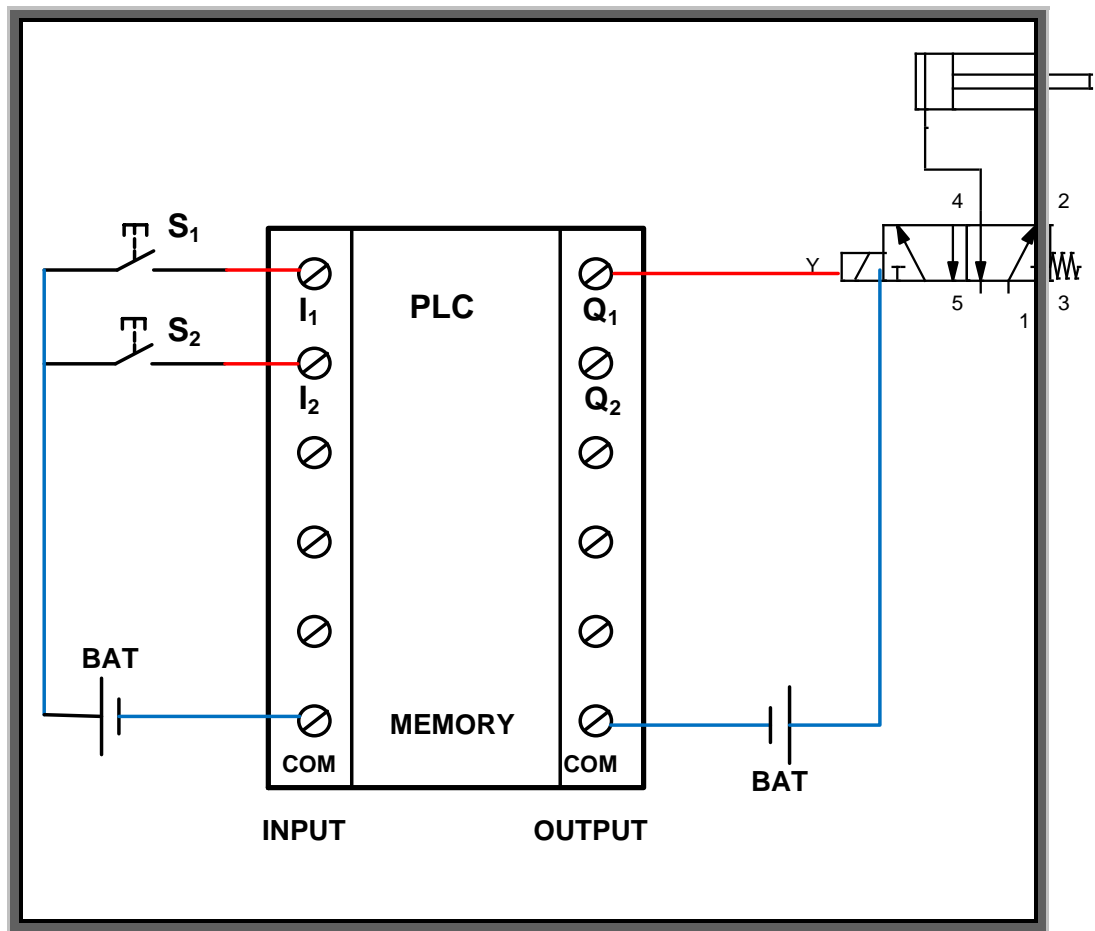
1.4. Korelasi antara Diagram Ladder dan Diagram Rangkaian Pneumatik

Telah kita pelajari pada modul elektro pneumatik tentang pengendalian gerak aktuator pneumatik menggunakan rangkaian elektrik (wire logic) seperti yang terlihat pada gambar Gambar 17 berikut ini.



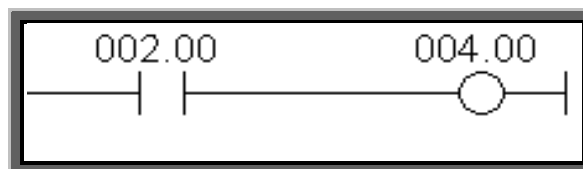
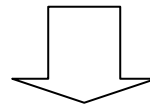
Gambar 17. Diagram pneumatic yang dikontrol oleh wire logic posisi maju-mundur dengan menggunakan saklar S1

Programable Logic Controller (PLC) sebagai pengendali elektro pneumatic, penginstalasiannya dapat anda lihat pada gambar Gambar 18. berikut ini.



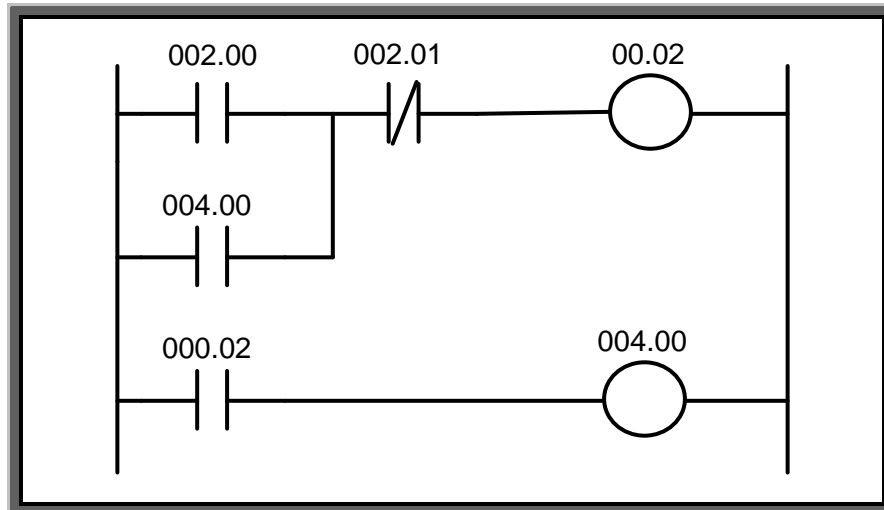
Gambar 18. Skema instalasi PLC pneumatik

Program Ladder didalam software



Gambar 19. Diagram ladder untuk diagram rangkaian elektrik pada Gb.18

Diagram ladder yang ditunjukkan pada Gambar 19, menggambarkan bahwa jika S1 dengan alamat 00200 ditekan terus maka Y dengan alamat 00400 pada PLC akan aktif dan jika S1 dilepas maka Y non aktif dan posisi aktuator kembali pada posisi semula.



Gambar 20. Diagram ladder untuk diagram rangkaian elektrik pada Gb.18, tetapi dengan sirkuit mengunci (latching)

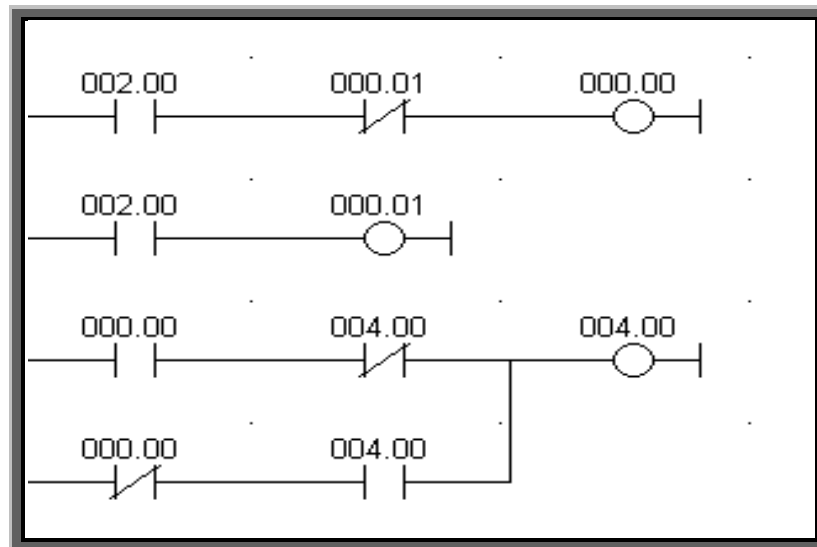
Diagram ladder Gambar 20. menggambarkan jika S1 dengan alamat 002.00 ditekan sesaat, maka koil relay C dengan alamat 000.02 akan bekerja mengaktifkan kontak relay 000.02 pada rung dua dan kontak relay 000.02 pada rung ketiga, sehingga solenoid Y dengan alamat 004.00 pada PLC aktif. Jika S2 ditekan dengan alamat 002.01 maka Y tidak aktif dan aktuator kembali pada posisi semula.

Contoh soal 3.

Buatlah diagram laddernya jika S1 ditekan maka aktuator maju dan jika S1 ditekan lagi aktuator mundur, begitu seterusnya.

Jawab :

Diagram ladder Gambar 21 di bawah ini merupakan jawaban dari contoh soal 3.



Gambar 21. Diagram ladder contoh soal 3

Cara kerja sistem yang diagram laddernya tercantum pada Gambar 21 adalah sebagai berikut :

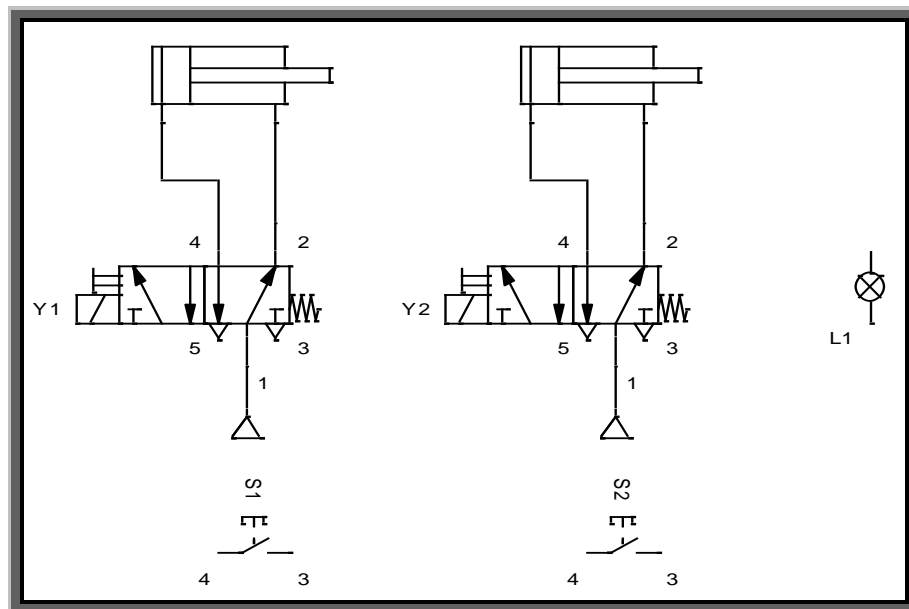
Apabila 00200 ditekan, maka 00000 akan ON, tetapi sesaat setelah itu akan OFF karena 00001 diaktifkan juga oleh 00200. Sinyal pendek dari 00000 (one short) dapat mengaktifkan 00400 , sesaat kemudian NO 00400 menjadi closed dalam waktu yang bersamaan 00000 kembali ke posisi semula. Output 00400 terkunci dan aktuatur bergerak maju. Apabila 00200 kembali ditekan sesaat akan muncul sinyal (one short) dari 00000 yang akan memutuskan 00400 dan pengunci 00400 akan lepas sehingga 00400 tidak aktif lagi, berarti aktuatur kembali mundur.

3.2. Menginstal Input dan Output Pneumatik Ke Dalam PLC

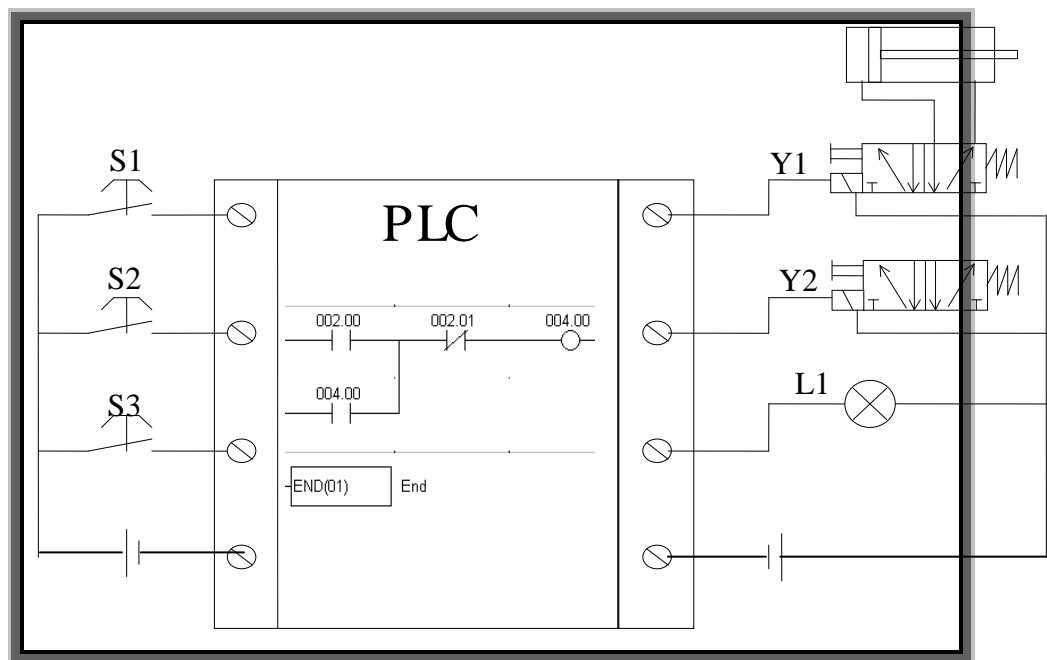
Langkah-langkah menginstal pneumatic kedalam PLC

- Identifikasi banyaknya input dan output pada PLC
- Identifikasi alamat input luar dan alamat output luar PLC

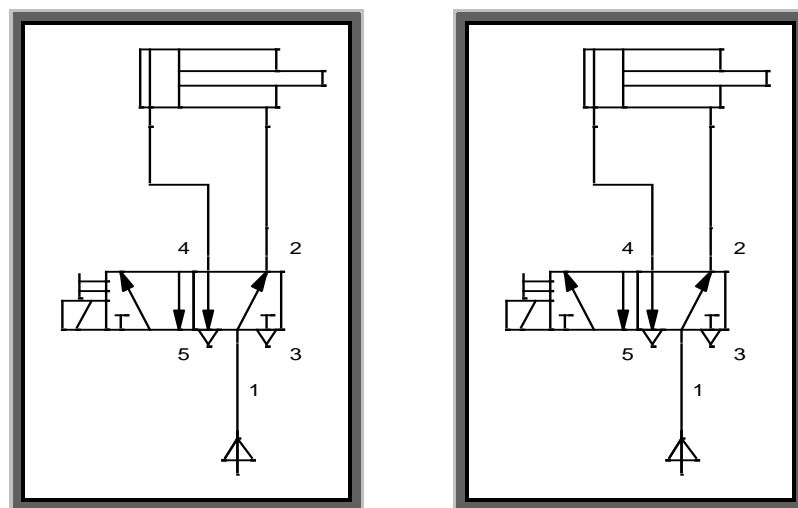
- Identifikasi jenis input dan output pada PLC
- Identifikasi kemampuan arus output PLC beban tidak boleh sama atau melebihi kemampuan arus output
- Gunakan ON/OFF komponen secara manual, indicator INPUT harus mengikuti ON/OFF dari komponen tersebut
- Gunakan prosedur FORCE SET/RESET dari PLC, output untuk memastikan alamat output yang kita inginkan.



Gambar 22. Diagram rangkaian pneumatik yang akan dikorelasikan dengan diagram ladder



Gambar 23a. Skema instalasi pemasangan hardware PLC pada rangkaian pneumatik



Gambar 23b. Skema instalasi rangkaian pneumatik

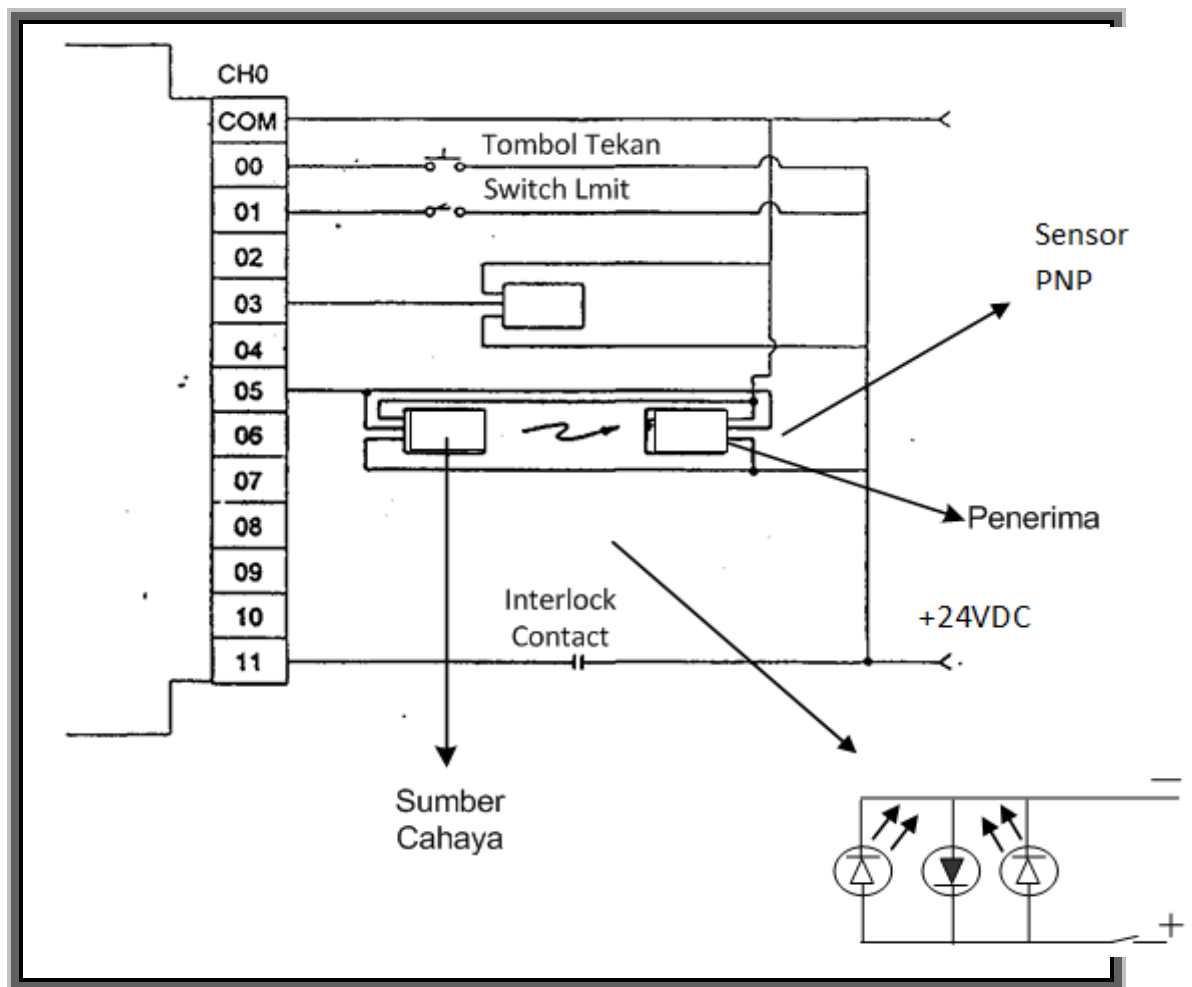
Tabel 12. Alokasi Input dan Output pada PLC dan Pneumatik

Alamat input	Keterangan
--------------	------------

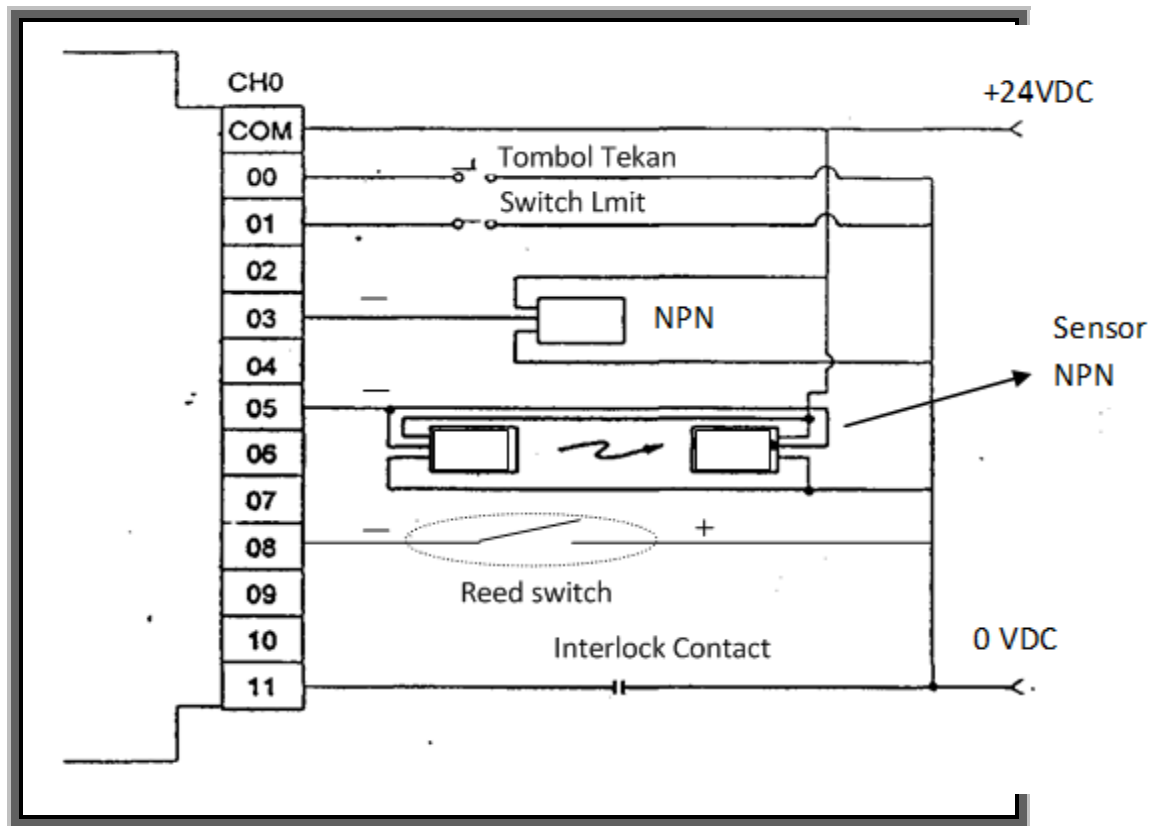
00200	S1 (Start), tombol tekan
00201	S2 (Stop), tombol tekan
00202	S3 (tidak digunakan)

Alamat ouput	Keterangan
00401	Y1 (katub solenoid tunggal 5/2)
00402	Y2 (Katub solenoid tunggal 5/2)
00403	L1 (lampu indicator maju)

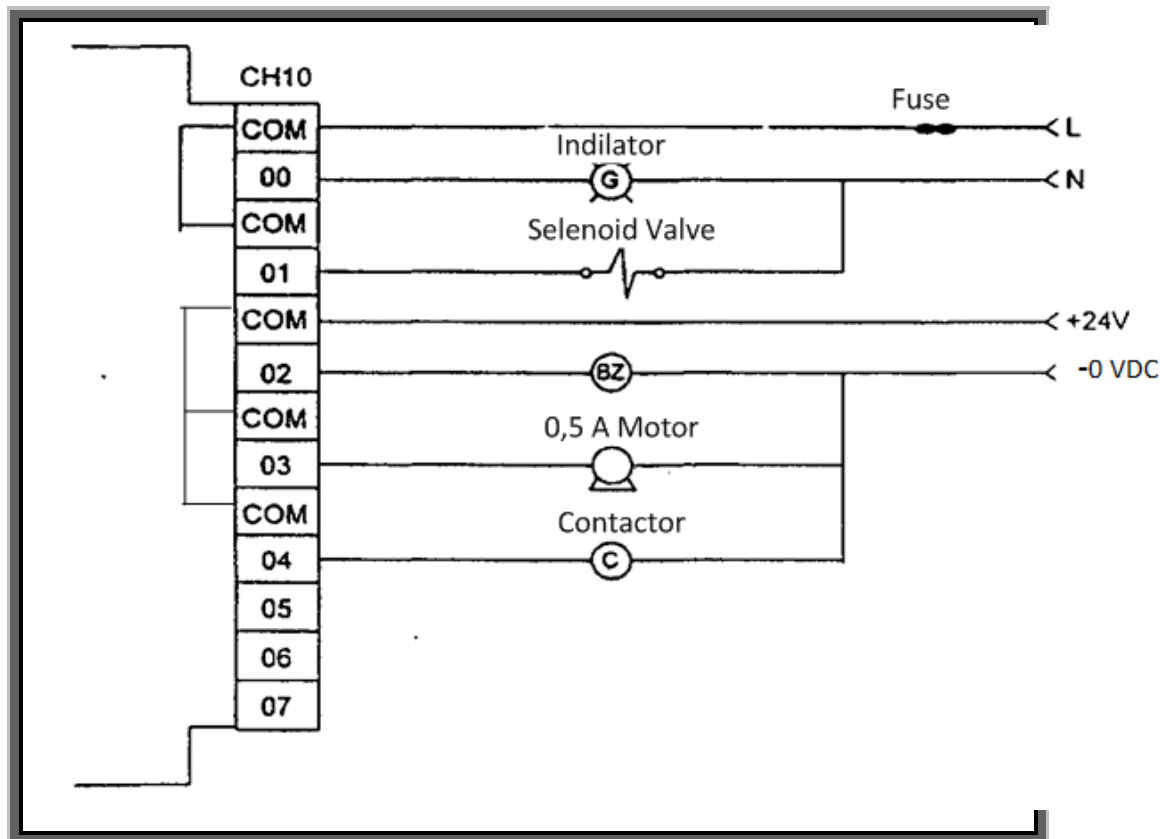
Didalam penerapan dilapangan sering kita jumpai bermacam-macam sensor yang terpasang terhadap silinder pneumatik atau terhadap bagian-bagian mesin lainnya dan untuk pemasangan output sensor ke input PLC harus diperhatikan jenis input PLC dan jenis output sensor karena kita ketahui ada dua jenis type sensor PNP atau NPN untuk mengetahui cara pemasangannya perhatikan gambar dibawah ini.



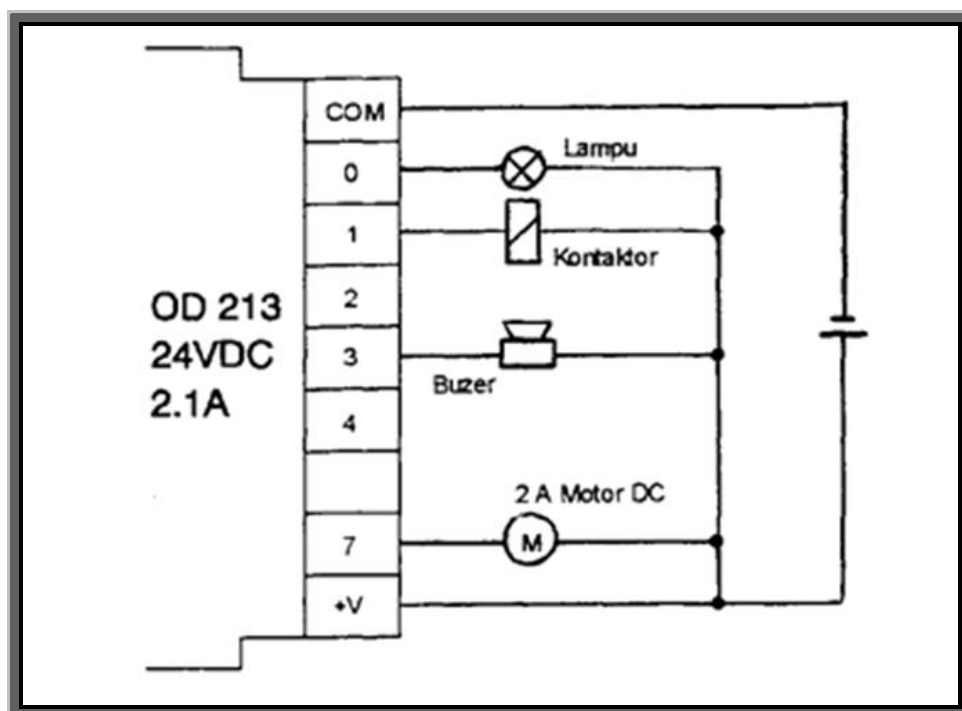
Gambar 24a. Cara pemasangan input positif dengan sensor PNP dan reed switch



Gambar 24b. Cara pemasangan input negatif dengan sensor NPN dan Reed switch



Gambar 24c. Cara pemasangan output coil dapat kita gunakan tegangan AC atau DC



Gambar 24d.Cara pemasangan output positif jenis transistor

3.3. Mengoperasikan Sirkuit Pneumatik Dengan PLC

3.3.1. Persiapan Pengoperasian

Setelah selesai merakit atau menginstal PLC ke dalam sirkuit pneumatik, sebelum kita mengoperasikannya perlu dilakukan hal-hal berikut :

- Periksa posisi dan pengikatan semua komponen, apakah sudah cukup kuat dan benar kedudukannya.
- Periksa semua sambungan pneumatik, apakah sudah cukup kuat dan pastikan tidak akan ada yang lepas.
- Periksa sambungan/pemasangan kabel-kabel listrik, pastikan bahwa pengikatan cukup kuat dan tidak salah terminal.
- Periksa tekanan udara kempa pada tangki udara apakah sudah memenuhi syarat
- Periksa regulator pengatur suplai udara ke sistem, apakah tekanan suplai udara sesuai dengan ketentuan.

Apabila semuanya sudah sesuai dengan ketentuan maka operasikanlah sirkuit pneumatik.

3.3.2. Mengoperasikan sirkuit pneumatik kendali PLC.

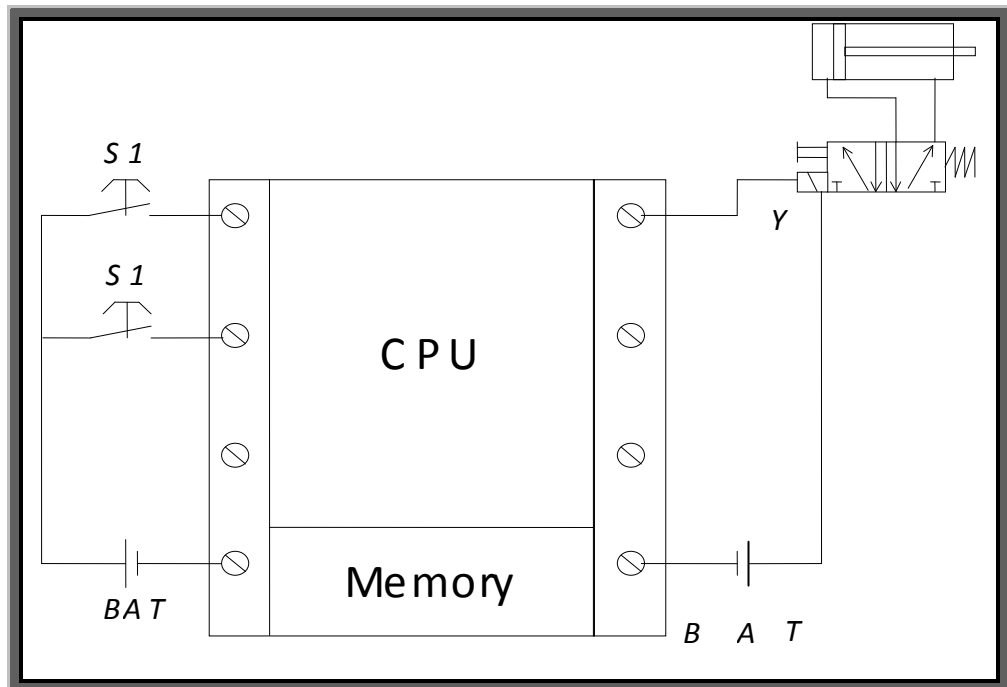
- Buka katup suplai udara, maka udara kempa akan siap pada posisi-posisi kerja.
- Tekan tombol start, maka sirkuit pneumatik akan segera beroperasi.
- Amati jalannya sirkuit apakah sudah sesuai dengan desain yang direncanakan.
- Apabila telah sesuai dengan desain, teruskan beroperasi.
- Apabila belum sesuai maka hentikanlah jalannya sirkuit, kemudian perbaikilah.

D. Aktivitas Pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta diharapkan dapat aktif untuk mempelajari materi yang berupa teori dan kegiatan praktik dalam mengoperasikan dan mengaplikasikan control elektropneumatik terhadap PLC.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Buatlah diagram laddernya jika S1 ditekan maka aktuator maju dan jika S1 ditekan lagi aktuator mundur, begitu seterusnya, lihat gambar berikut:



Gambar 25. Soal latihan

F. Rangkuman

Sistem kontrol elektropneumatik dikembangkan secara individu dan dirancang khusus untuk suatu proyek tertentu. Pengembangan dari sistem kontrol ini meliputi :

- Perancangan proyek (persiapan rencana dan dokumen yang diperlukan).
- Pemilihan dan konfigurasi perlengkapan kelistrikan dan pneumatik.
- Implementasi (dalam pembuatan dan uji coba serah terima).

Implementasi sistem kontrol elektropneumatik, mensyaratkan :

- Memperoleh semua komponen yang diperlukan.
- Memasang sistem kontrol.

- Memprogram/Programming (apabila menggunakan PLC).
- Uji coba serah terima sistem kontrol.

Item-item berikut ini harus diperoleh sebelum memasang sistem kontrol tersebut :

- Diagram rangkaian lengkap dan diagram terminal.
- Semua komponen kelistrikan dan pneumatik sesuai dengan yang tercantum pada daftar suku cadang

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik

Sudahkah anda mampu:

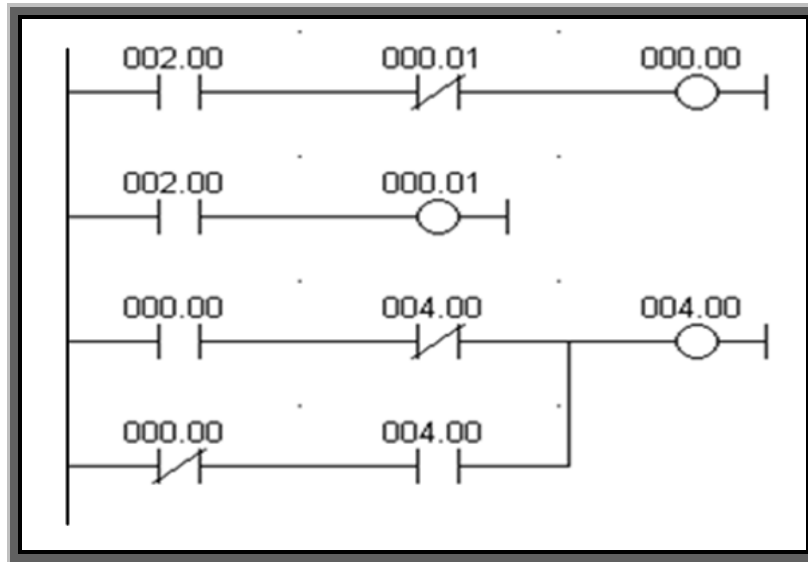
- Mengidentifikasi pemasangan pada rangkaian kontrol PLC
- Mengidentifikasi pemasangan pada rangkaian elektro Pneumati
- Membaca diagram kontrol PLC
- Membuat diagram kontrol PLC
- Membuat rancangan sistem kontrol PLC
- Mengidentifikasi elemen kontrol elektropneumatik
- Mengenal simbol pneumatik dan elektrik pada sistem elektropneumatik
- Membaca diagram kontrol elektropneumatik
- Membuat diagram kontrol elektropneumatik
- Membuat rancangan sistem kontrol elektropneumatik

Tindak Lanjut

- Peserta didik dapat merancang program PLC dengan sistem kontrol elektropneumatik sesuai dengan kebutuhan

H. Kunci Jawaban

Diagram ladder Gambar 21 di bawah ini merupakan jawaban dari contoh soal 3.



Gambar 26. Ladder diagram jawaban latihan

Cara kerja sistem yang diagram laddernya tercantum pada Gambar 21 adalah sebagai berikut :

Apabila 00200 ditekan, maka 00000 akan ON, tetapi sesaat setelah itu akan OFF karena 00001 diaktifkan juga oleh 00200. Sinyal pendek dari 00000 (one short) dapat mengaktifkan 00400 , sesaat kemudian NO 00400 menjadi closed dalam waktu yang bersamaan 00000 kembali ke posisi semula. Output 00400 terkunci dan aktuator bergerak maju. Apabila 00200 kembali ditekan sesaat akan muncul sinyal (one short) dari 00000 yang akan memutuskan 00400 dan pengunci 00400 akan lepas sehingga 00400 tidak aktif lagi, berarti aktuator kembali mundur.

Kegiatan Pembelajaran 6

KONTROL MOTOR LISTRIK MENGGUNAKAN PLC

A. Tujuan

1. Peserta diklat dapat merancang kontrol motor listrik menggunakan PLC pada sistem otomasi industri secara benar
2. Peserta diklat dapat membuat rangkaian kontrol motor listrik dengan PLC sistem otomasi industri secara benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menghasilkan rancangan kontrol motor listrik dengan PLC pada sistem otomasi industri
2. dapat disimulasikan pada program simulator

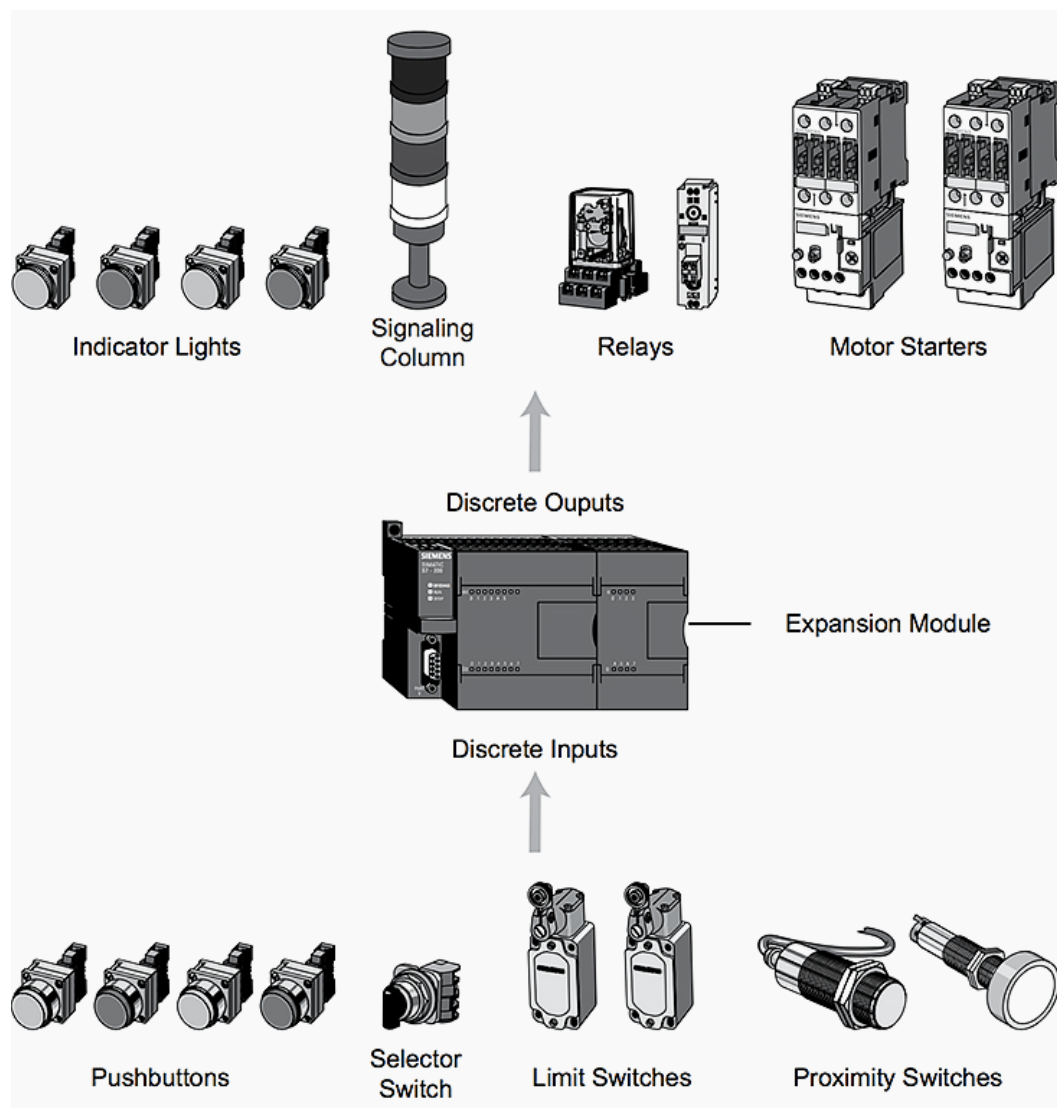
C. Uraian Materi

Materi untuk kontrol motor listrik dengan PLC ini merupakan lanjutan dari Grade 8 yang lalu, dimana dalam pembahasan di Kegiatan Pembelajaran ke 6 sudah dibahas metoda dan cara untuk melakukan pengontrolan motor listrik dengan PLC. Pada grade 9 untuk kegiatan pembelajaran 6 ini kita akan bahas tambahan untuk beberapa kasus.

1. Kontrol Motor dengan PLC

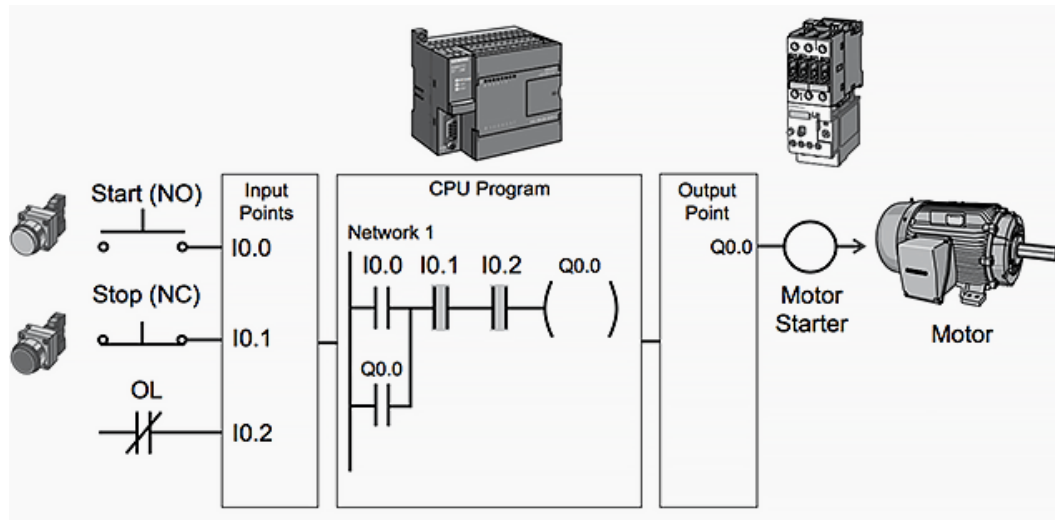
Semua program PLC tersebut dibuat menggunakan salah satu software Zeliosoft 2 dalam bentuk Ladder Diagram (LD) dan Function Block Diagram (FBD), tapi dalam kesempatan kali ini akan kami sajikan yang berbentuk Ladder Diagram (LD).

Peralatan yang digunakan untuk kontrol motor dengan PLC



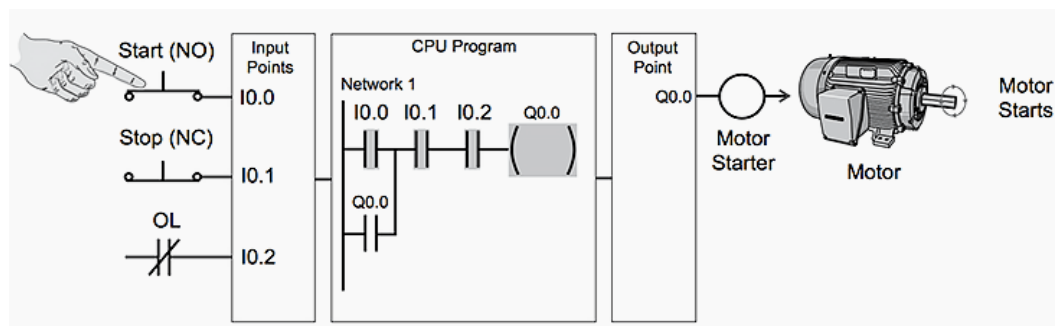
Gambar 27. Peralatan untuk kontrol motor dengan PLC

Contoh menjalankan motor dengan kontrol PLC

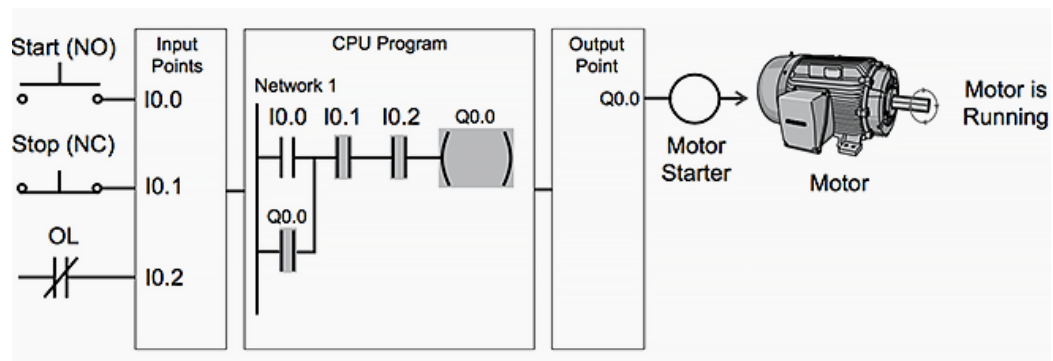


Gambar 28. Rangkaian star-Stop motor menggunakan PLC

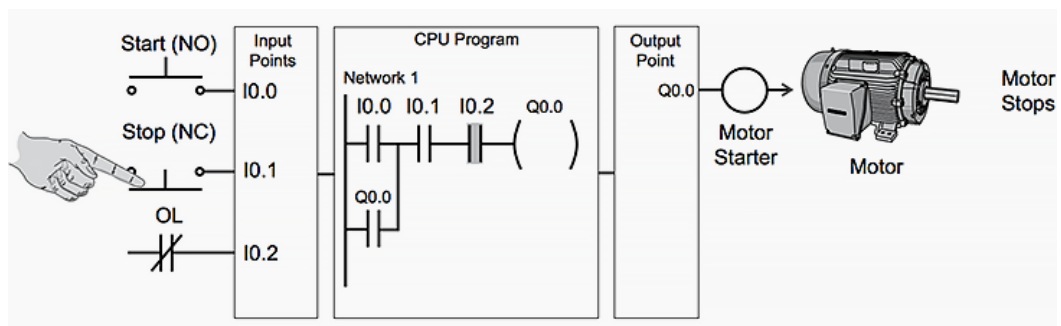
Ilustrasi rangkaian program PLC untuk menjalankan motor dengan kontaktor. Pada input menggunakan alamat I0.0 untuk tombol START (NO), alamat I0.1 untuk tombol STOP (NC), alamat I0.2 untuk Over Load (NC). Semua fungsi tombol masukan menggunakan program ladder dengan fungsi NO. Sementara keluaran Q0.0 untuk menghubungkan dengan kontaktor.



(a) Saat tombol START ditekan



(b) Setelah tombol START ditekan, dilepaskan dan mengunci

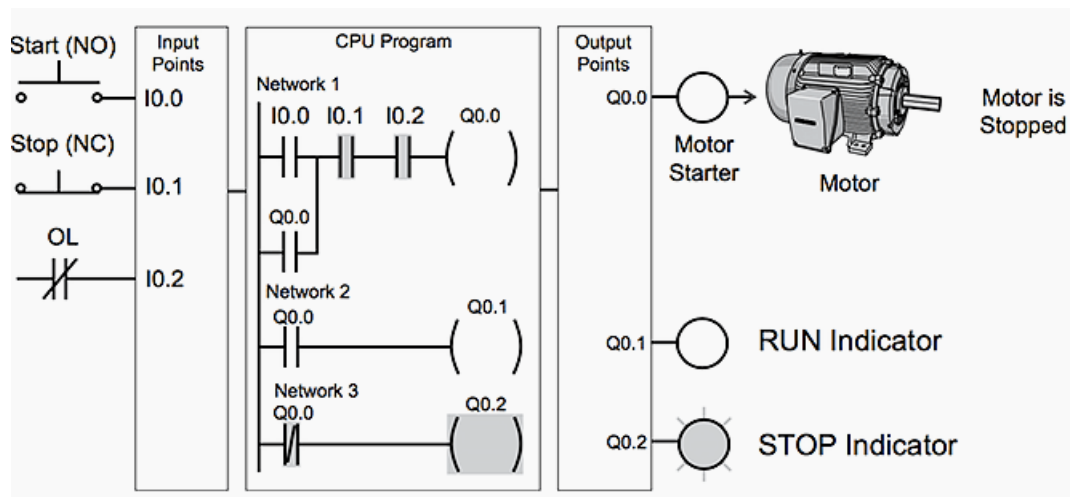


(c) Saat tombol STOP ditekan

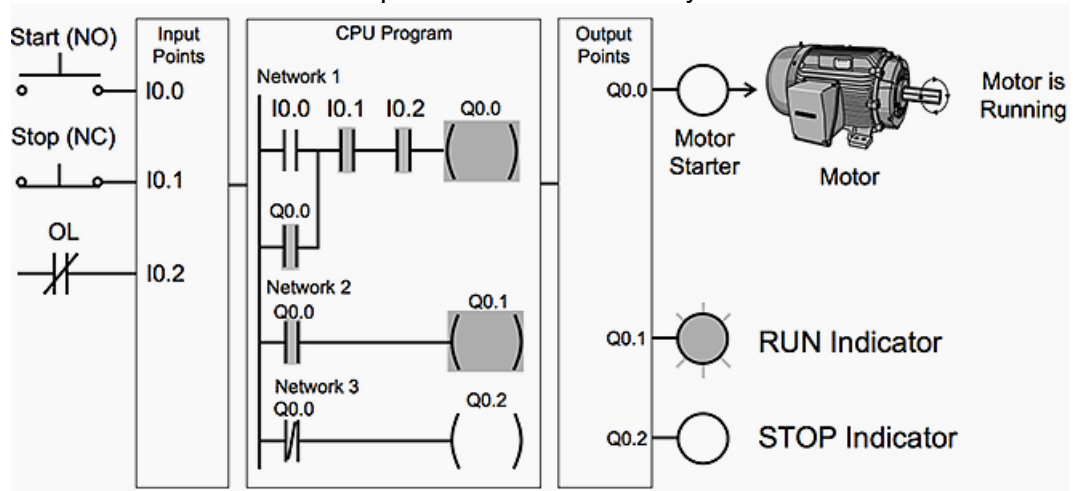
Gambar 29. Rangkaian star-Stop motor menggunakan PLC

Jika tombol Start (NO) ditekan keluaran Q0.0 akan mendapat aliran arus dan menjadi ON, maka kontak Q0.0 juga akan mengunci rangkaian, sehingga motor akan bekerja (lihat aliran arus pada gambar 29)

Jika gambar rangkaian 29. dilengkapi dengan lampu indikator, maka rangkaian ladder menjadi seperti berikut:



(a) Kondisi normal tanpa ada tombol yang ditekan
lampu indikator STOP menyala

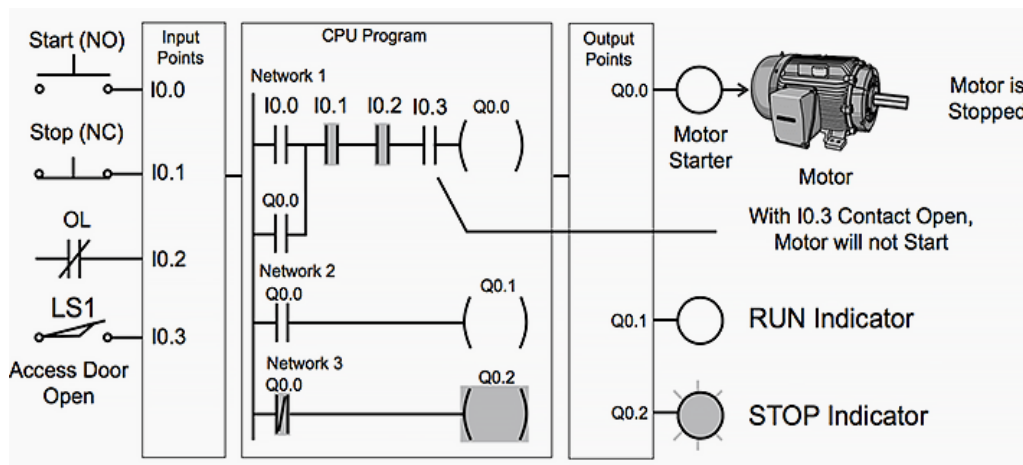


(b) Kondisi saat tomnol START ditekan, output Q0.0 ON
dan lampu indikator pada Q0.1 menyala

Gambar 30. Rangkaian star-Stop motor dengan PLC
dilengkapi lampu indikator

Contoh operasional motor akan dikendalikan oleh limit switch, dengan memasang limit switch pada alamat I0.3 seri pada rangkaian utama. Dimana limit seitch terhubung secara normali close (NC). Rangkaian akan bekerja jika pintu dalam kondisi tertutup, maka LS1 kondisi normal (NC) dan tombol START ditekan Q0.0 akan ON dan motor bekerja. Dalam kondisi motor bekerja, jika ada kondisi pintu terbuka maka LS1 akan

terbuka dan rangkaian akan menjadi terbuka motor selanjutnya akan berhenti. Perhatikan gambar berikut:



Gambar 31. Rangkaian star-Stop motor dengan PLC dilengkapi lampu indikator dan limit switch

Contoh kasus:

Program PLC akan digunakan untuk kontrol Motor Belt Conveyor. Sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan pasir, untuk mengirimkan pasir-pasir yang letaknya sangat jauh ke dalam truk-truk pengangkut menggunakan sistem belt conveyor (ban berjalan) yang digerakkan oleh 3 buah motor listrik dengan proses kerja sebagai berikut :

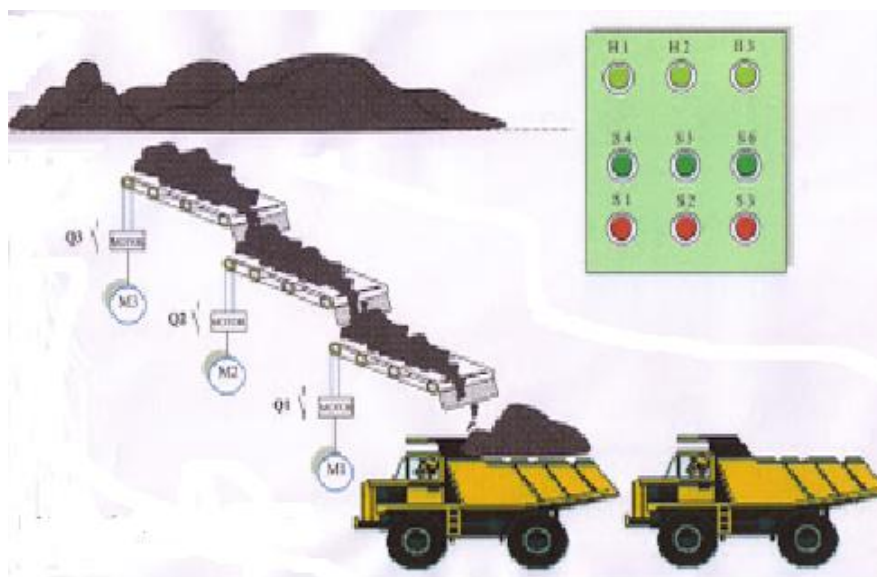
1. Proses Kerja :

Untuk menjalankan ketiga motor listrik harus dimulai dari motor 1 (M1) dengan menekan tombol S4, baru disusul motor 2 (M2) dengan menekan tombol S5, kemudian disusul motor 3 (M3) dengan menekan tombol S6. Jadi motor 2 (M2) tidak bisa bekerja jika motor 1 (M1) belum bekerja, begitu juga dengan motor 3 (M3) tidak akan bisa bekerja jika motor 1 (M1) dan motor 2 (M2) belum bekerja. Dengan kata lain motor-motor bekerja secara berurutan dari awal.

Jika ingin mematikan motor harus dimulai dari motor 3 (M3) dengan menekan tombol S3, lalu disusul motor 2 (M2) dengan menekan tombol

S2, selanjutnya motor 1 (M1) dengan menekan tombol S1. Jadi apabila kondisi ketiga motor listrik bekerja semua, kemudian tombol S1 ditekan maka motor 1 (M1) tidak mau berhenti, begitu juga jika tombol S2 ditekan maka motor 2 (M2) tidak mau berhenti, harus menunggu motor 3 (M3) berhenti lebih dahulu. Dengan kata lain motor-motor berhenti secara berurutan dari akhir.

2. Skema Proses :

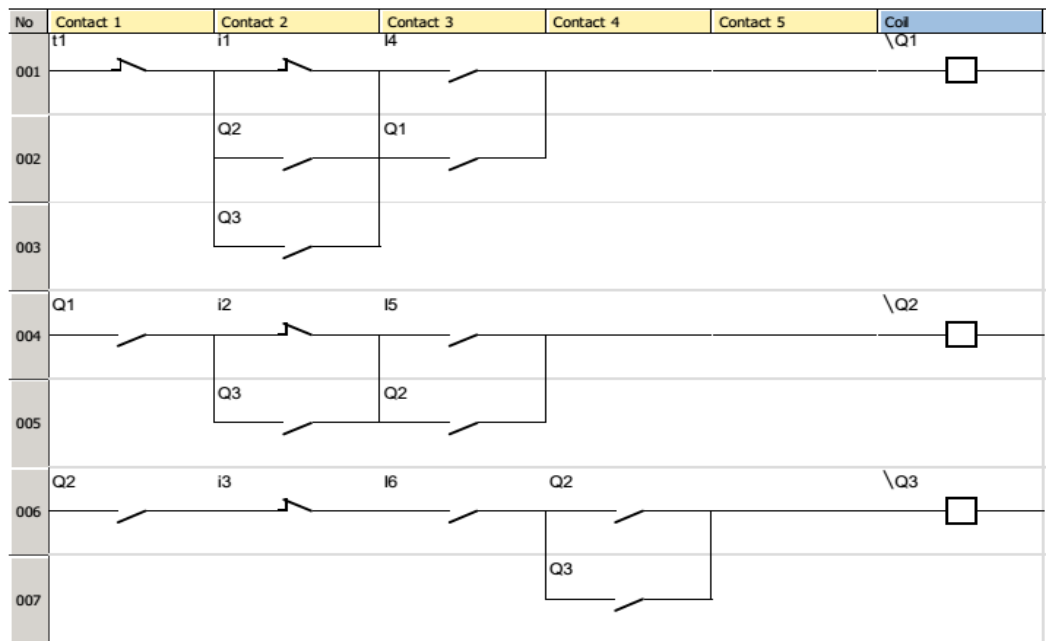


Gambar 32. Ilustrasi kontrol ban conveyor dengan PLC

Pertanyaan Buatlah program ladder diagram PLC untuk kasus tersebut di atas:

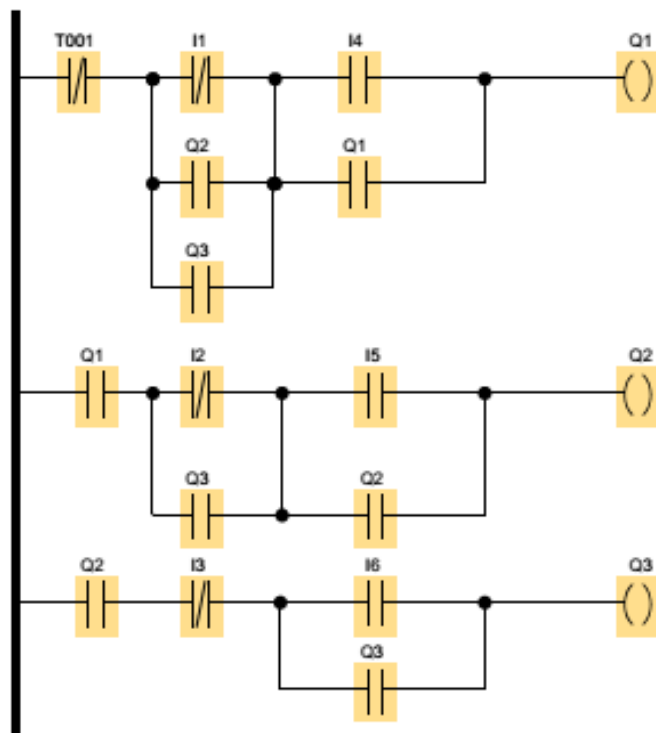
Solusi:

3. Program PLC Dalam Ladder Diagram (LD)



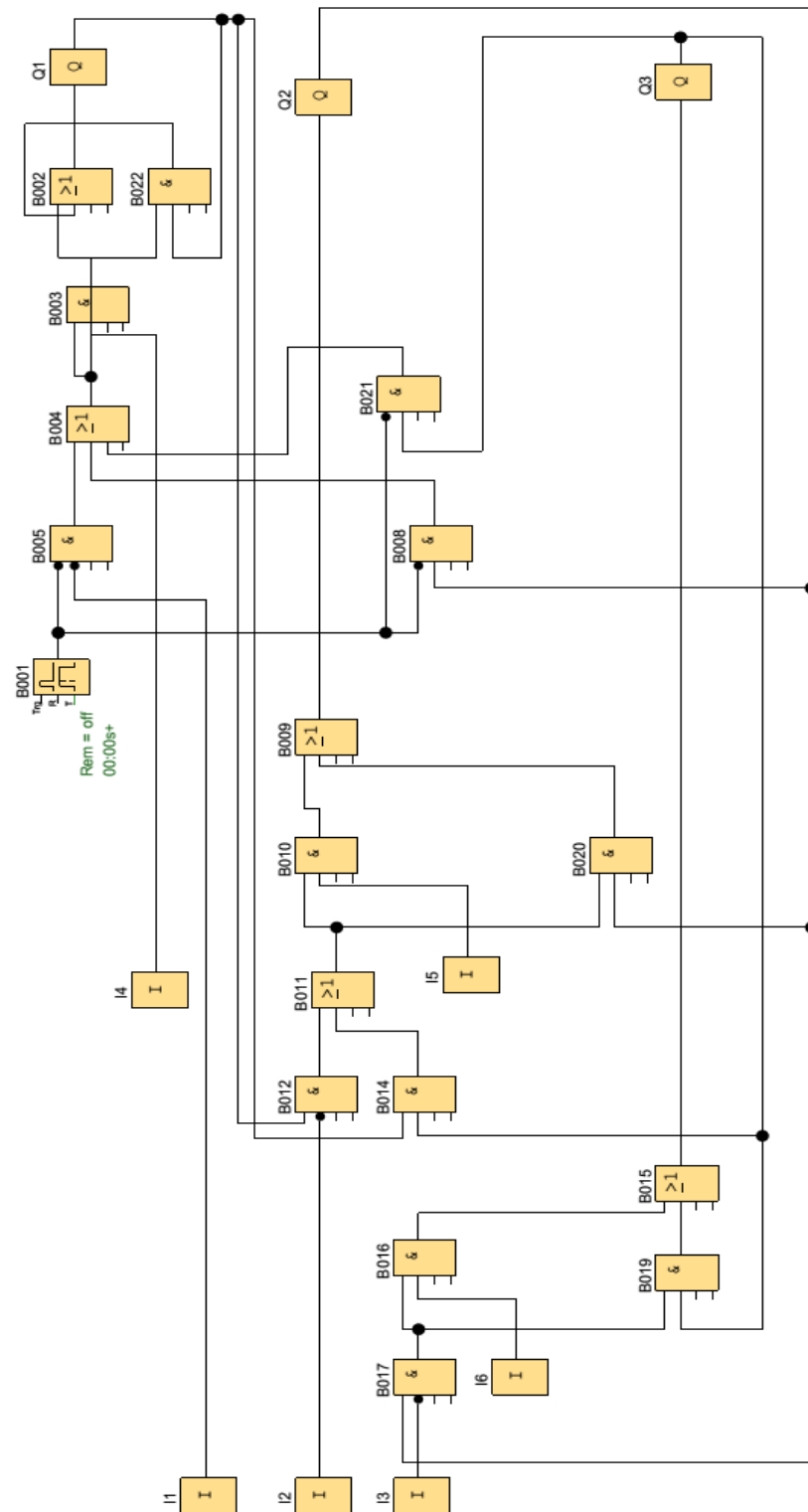
Gambar 33a. Rangkaian ladder untuk kontrol ban conveyor dengan PLC (dengan ZelioSoft)

Program PLC dalam bentuk ladder diagram (dengan program LogoSoft)



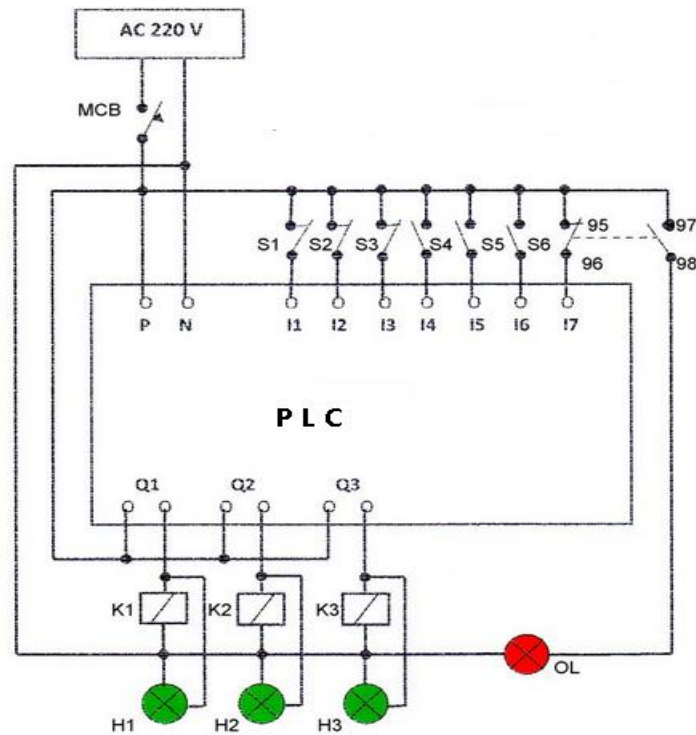
Gambar 33b. Rangkaian ladder untuk kontrol ban conveyor dengan PLC (dengan LogoSoft)

4. Program PLC dalam Function Block Diagram (FBD) dengan LogoSoft



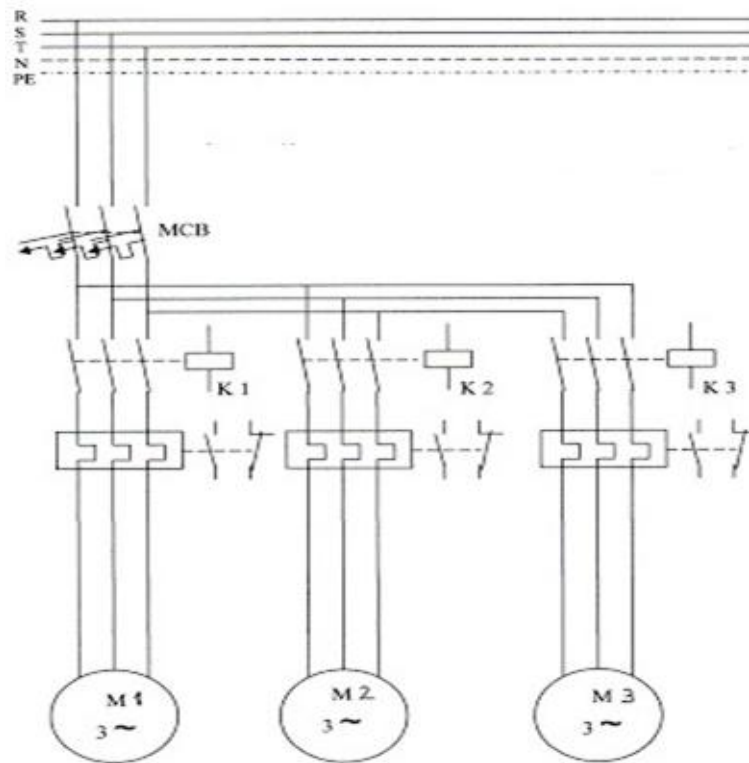
Gambar 34. Rangkaian FBD untuk kontrol ban conveyor dengan PLC

5. Diagram Kontrol pada Perangkat PLC



Gambar 35. Rangkaian pengawatan untuk kontrol ban conveyor dengan PLC

6. Diagram Utama pada Motor Listrik



Gambar 36. Rangkaian daya untuk kontrol ban conveyor dengan PLC

Hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan kontrol motor listrik menggunakan PLC

Contoh Kasus: Motor 3 Fasa Forward-Reverse

Deskripsi:

Pada saat Pb1 ditekan maka koil kontaktor K1M bekerja dan membuat motor berputar. Motor dapat berputar forward / maju terus sebab kontak K1M /14-13 menutup. Untuk membalik putaran motor dapat menekan Pb0 terlebih dahulu lalu tekan Pb2. Saat Pb2 ditekan maka koil kontaktor K2M bekerja dan memutar motor reverse/ mundur. Pengertian forward dan reverse harus menekan Pb0 terlebih dahulu dan tunggu hingga putaran motor berhenti lalu tekan tombol yang lain ini agar tidak ada pengereman mendadak pada motor. Pada saat over load terjadi kontak F2/97-98

menutup dan menyalakan L1 Emergency Switch (ES) dapat mematikan semua sirkit bila ada sesuatu yang tidak di inginkan.

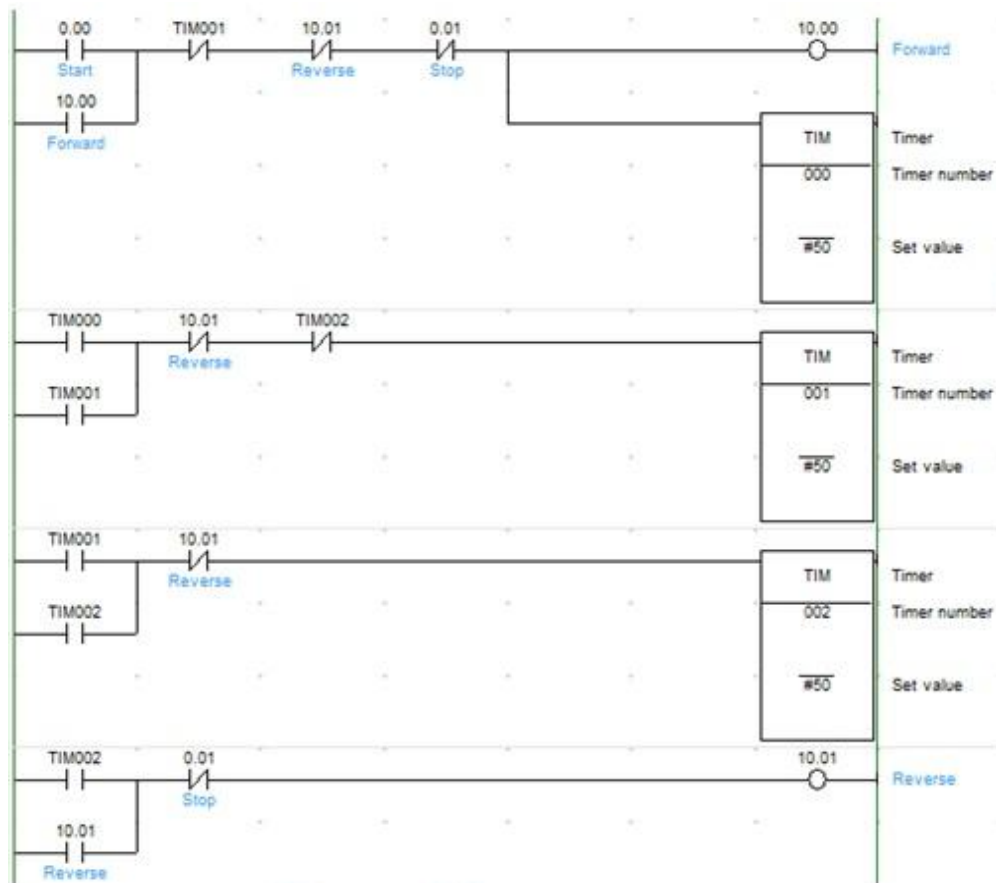
- a. Buatlah logika kerja dalam bentuk tabulasi
- b. Buatlah Diagram Ladder Diagram dengan menggunakan aplikasi CX-Programmer
- c. Buatlah Diagram pengawatan pada PLC
- d. Buatlah Diagram Pengawatan (jika menggunakan Trainer PLC Omron Type CPM2A)
- e. Jelaskan prinsip kerjanya dengan kondisi input output

Solusi:

a. Logika Kerja

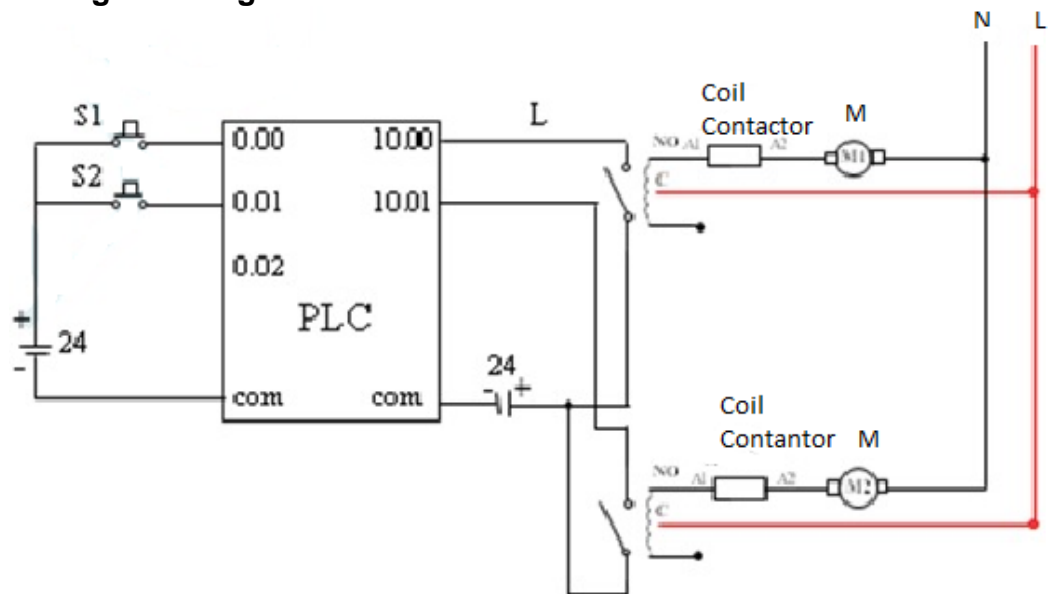
No	Kondisi / Input PLC	Out PLC
1	Tombol Start ditekan (0.00)	Motor berputar maju (10.00) Timer 00 bekerja
2	Setelah 50 detik timer 00 menghitung	Timer 01 bekerja Motor (10.00) berhenti sejenak
3	Setelah 50 detik timer 01 menghitung	Timer 02 ON
4	Setelah 50 detik timer 02 menghitung	Motor (10.01) Berbalik arah putaran
5	Saat sakelar (0.02) ditekan	Motor mati

b. Ladder Diagram



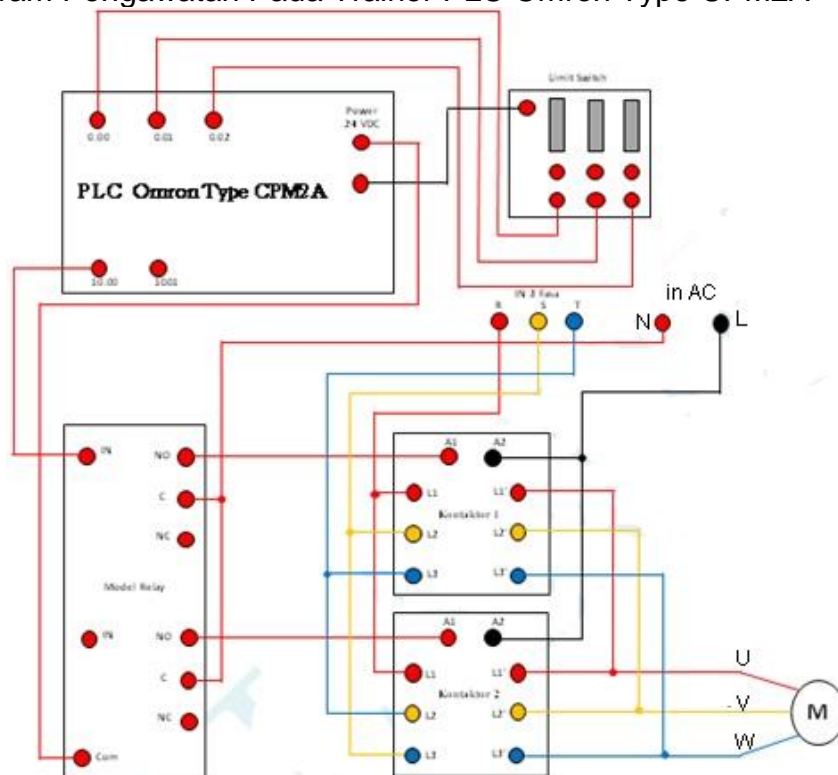
Gambar 37. Ladder diagram pembalik putaran motor listrik 3 fasa

c. Diagram Pengawatan



Gambar 38. Rangkaian pengawatan pembalik putaran motor listrik 3 fasa

d. Diagram Pengawatan Pada Trainer PLC Omron Type CPM2A



Gambar 39. Rangkaian pengawatan modul trainer pembalik putaran motor listrik 3 fasa

e. Prinsip kerja

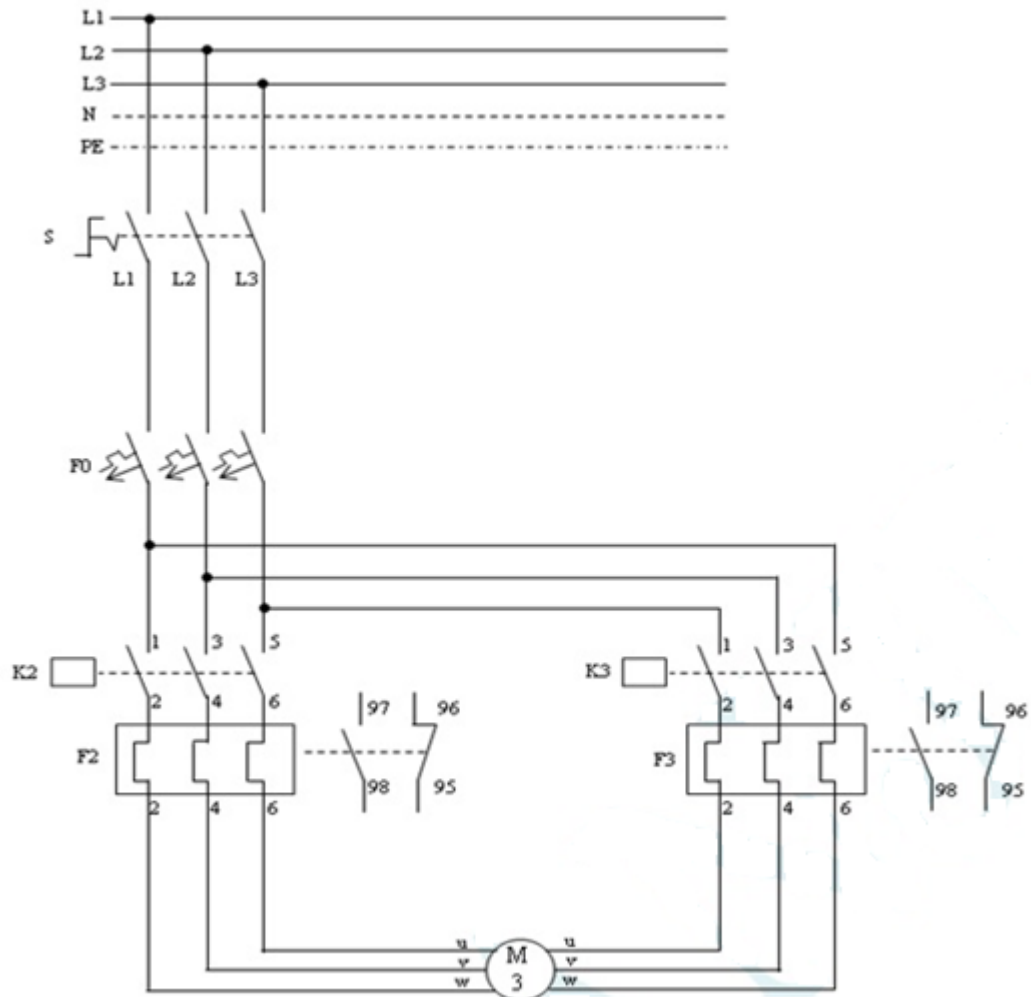
No	Kondis	Perubahan Yang Terjadi
1	Tombol Start ditekan (0.00)	Motor bekerja dan motor berputar maju lalu timer 000 bekerja mulai menghitung
2	Setelah 50 detik Timer 000 menghitung	Timer 001 bekerja dan menghitung durasi waktu yang diberikan
3	Setelah 50 detik Timer 001 menghitung	Motor berhenti sejenak sesuai durasi waktu yang diberikan dan timer 002 bekerja mulai menghitung waktu yang ditentukan
4	Setelah 50 detik Timer 002 menghitung	Timer 002 bekerja dan motor pun bekerja berputar terbalik dari putaran semula maju menjadi mundur
5	Tombol Stop ditekan (0.01)	Motor berhenti

Contoh 2.

- Gambarkan rangkaian daya untuk membalik putaran motor induksi 3 fasa
- Jelaskan prinsip kerja secara manual
- Gambarkan rangkaian kontrol secara konvensional dan menggunakan PLC untuk membalik putaran motor 3 fasa.

Solusi:

Rangkaian daya untuk motor induksi 3 fasa sebagai berikut:



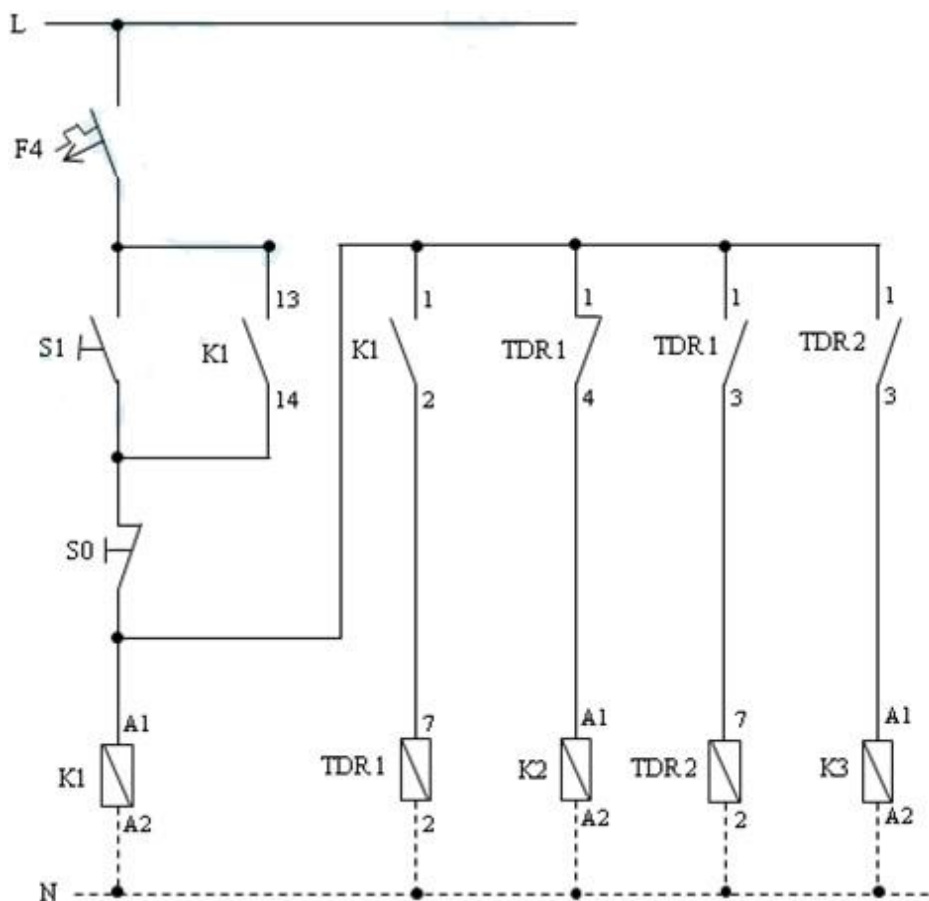
Gambar 40. Rangkaian daya untuk membalik putaran motor induksi 3 fasa

3. Prinsip Kerja

No	Kondis	Perubahan Yang Terjadi
1	Tombol Start ditekan (0.00)	Motor bekerja dan motor berputar maju lau timer 000 bekerja mulai menghitung
2	Setelah 50 detik Timer 000 menghitung	Timer 001 bekerja dan menghitung durasi waktu yang diberikan
3	Setelah 50 detik Timer 001 menghitung	Motor berhenti sejenak sesuai durasi waktu yang diberikan dan timer 002 bekerja mulai menghitung waktu yang ditentukan

- | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|
| - | 4 | - | Setelah 50 detik
Timer 002 menghitung | - | Timer 002 bekerja dan motor pun
bekerja berputar terbalik dari putaran semula
maju menjadi mundur |
| - | 5 | - | Tombol Stop
ditekan (0.01) | - | Motor berhenti |

Rangkaian konvensional kontrol untuk membalik putaran motor induksi 3 fasa



Gambar 41. Rangkaian konvensional kontrol untuk membalik putaran motor induksi 3 fasa

D. Aktivitas Pembelajaran

Proses pembelajaran pada menggunakan pendekatan ilmiah (saintifik). Langkahlangkah pendekatan ilmiah (scientific approach) dalam proses

pembelajaran meliputi menggali informasi melalui pengamatan, bertanya, percobaan, kemudian mengolah data atau informasi, menyajikan data atau informasi, dilanjutkan dengan menganalisis, menalar, kemudian menyimpulkan, dan mencipta. Seluruh materi yang ada pada setiap materi diupayakan sedapat mungkin diaplikasikan secara prosedural sesuai dengan pendekatan ilmiah.

Langkah awal untuk mempelajari materi adalah dengan melakukan pengamatan (observasi). Keterampilan melakukan pengamatan dan mencoba menemukan hubungan-hubungan yang diamati secara sistematis merupakan kegiatan pembelajaran yang sangat aktif, inovatif, kreatif dan menyenangkan. Dengan hasil pengamatan ini, berbagai pertanyaan lanjutan akan muncul. Dengan melakukan penyelidikan dan latihan lanjutan, peserta diklat akan memperoleh pemahaman yang makin lengkap tentang masalah yang kita amati. Adapun observasi yang Anda lakukan adalah dengan mengamati rangkaian motor induksi 3 fasa dengan membalik putaran motor dan menjalankan motor dengan starter Star-Delta menggunakan PLC sebagai sistem kontrolnya.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Menjalankan motor induksi dengan starter Star-Delta motor induksi 3 fasa.

Pertanyaan:

- a. Buatlah rangkaian daya untuk motor menjalankan motor induksi 3 fasa dengan starter Star-Delta.
- b. Buatlah rangkaian kontrol serta penjelasannya untuk menjalankan motor 3 fasa dengan starter Star-Delta.
- c. Buatlah rangkaian ladder menggunakan salah satu program PLC (misalnya dengan CX-Programmer OMRON), atau program PLC lainnya untuk operasional motor Star-Delta.

- d. Buatlah gambar wiring diagram secara fisik untuk kontrol motor starter Star-Delta

F. Rangkuman

- ❖ Diagram Ladder menggambarkan program dalam bentuk grafik. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Dalam diagram ladder terdapat dua buah garis vertical dimana garis vertical sebelah kiri dihubungkan dengan sumber tegangan positif catu daya dan garis sebelah kanan dihubungkan dengan sumber tegangan negatif catu daya.
- ❖ Program ladder ditulis menggunakan bentuk pictorial atau simbol yang secara umum mirip dengan rangkaian kontrol relay. Program ditampilkan pada layar dengan elemen-elemen seperti normally open contact, normally closed contact, timer, counter, sequencer dll ditampilkan seperti dalam bentuk pictorial.
- ❖ Dibawah kondisi yang benar, listrik dapat mengalir dari rel sebelah kiri ke rel sebelah kanan, jalur rel seperti ini disebut sebagai ladder line (garis tangga). Peraturan secara umum di dalam menggambarkan program ladder diagram adalah :
 - Daya mengalir dari rel kiri ke rel kanan
 - Output koil tidak boleh dihubungkan secara langsung di rel sebelah kiri.
 - Tidak ada kontak yang diletakkan disebelah kanan output coil
 - Hanya diperbolehkan satu output koil pada ladder line.
 - Diantara garis vertikal tersebut disusun garis horizontal yang disebut rung (anak tangga) yang berfungsi untuk menempatkan komponen kontrol sistem.
- ❖ Untuk dapat mengendalikan motor induksi baik motor induksi 1 fasa maupun motor induksi 3 fasa diperlukan relay kontak yang dapat menghubungkan arus yang besar. Oleh sebab itu pada output kontak PLC harus dihubungkan dengan relay kontak atau kontaktor untuk dapat menyalurkan daya yang besar,

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik

Sudahkah Anda mampu:

- Cara menjalankan motor induksi 3 fasa dengan metode Starter STAR-Delta dengan metode konvensional
- Cara menjalankan motor induksi 3 fasa dengan metode Starter STAR-Delta dengan metode kontrol otomatis
- Cara mengoperasikan salah satu program PLC misal CX Programmer
- Membuat ladder diagram untuk operasional motor induksi 3 fasa dengan star-delta
- Membuat ladder diagram untuk operasional motor induksi 3 fasa dengan membalik putaran (Forward-Reverse)
- Membuat rangkaian pengawatan untuk sistem kontrol motor induksi 3 fasa dengan starter Star-Delta.
- Membuat rangkaian pengawatan untuk sistem kontrol motor induksi 3 fasa dengan membalik putaran (Forward-Reverse)

Tindak Lanjut

- Peserta didik dapat melakukan pengendalian terhadap motor dengan kontrol PLC
- Peserta didik dapat mengembangkan sistem kontrol motor induksi 3 fasa dengan membalik putaran motor induksi 3 fasa dengan sistem interlock.

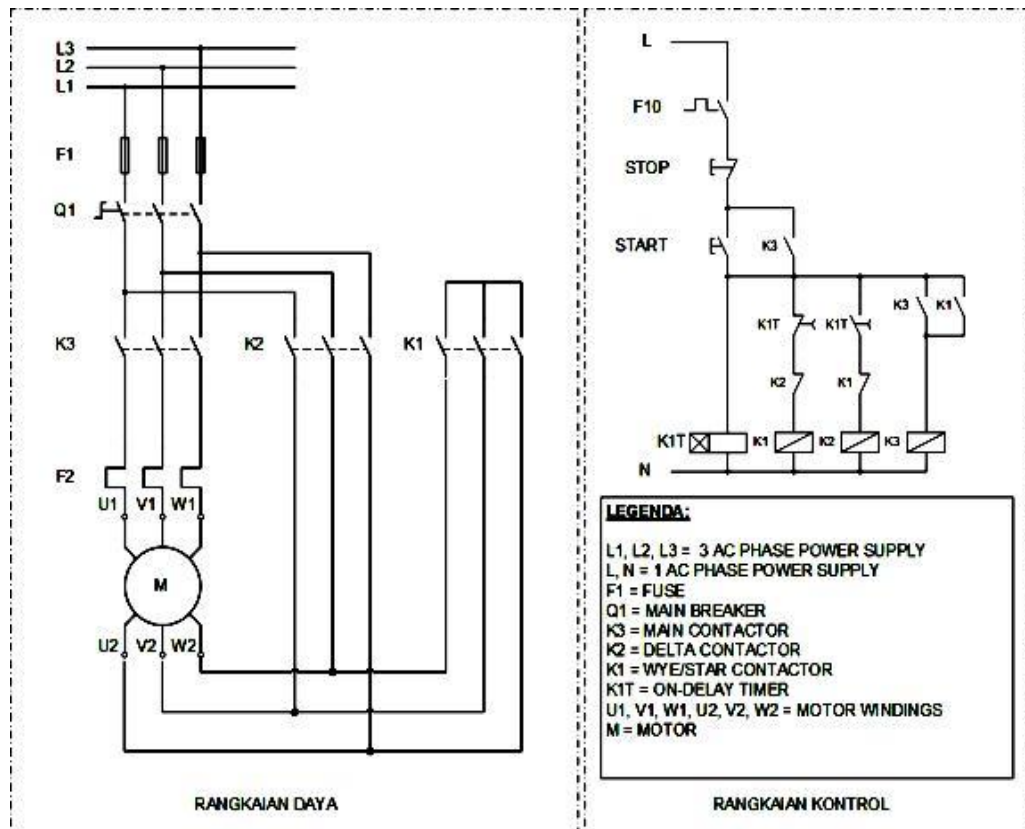
H. Kunci Jawaban

10.14.4.1. PROGRAM RANGKAIAN STAR DELTA MENGUNAKAN PLC OMRON

Seperti namanya, secara garis besar menjalankan motor induksi 3 fasa dengan *starter* star-delta bekerja dengan dua tahap, yakni saat awal

jalannya motor terhubung secara star (bintangs) dan saat running menjadi hubungan delta (segitiga).

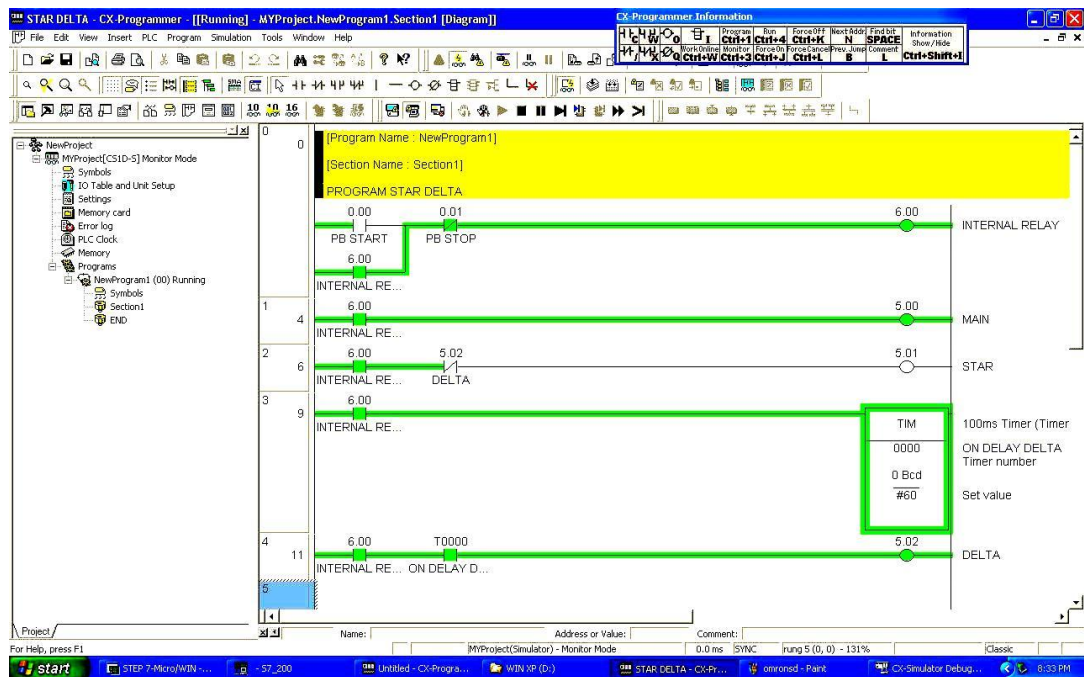
a. Rangkaian daya untuk motor 3 fasa dan b) rangkaian kontrolnya



Gambar 42. Rangkaian daya dan kontrol untuk star Bintang-Segitiga

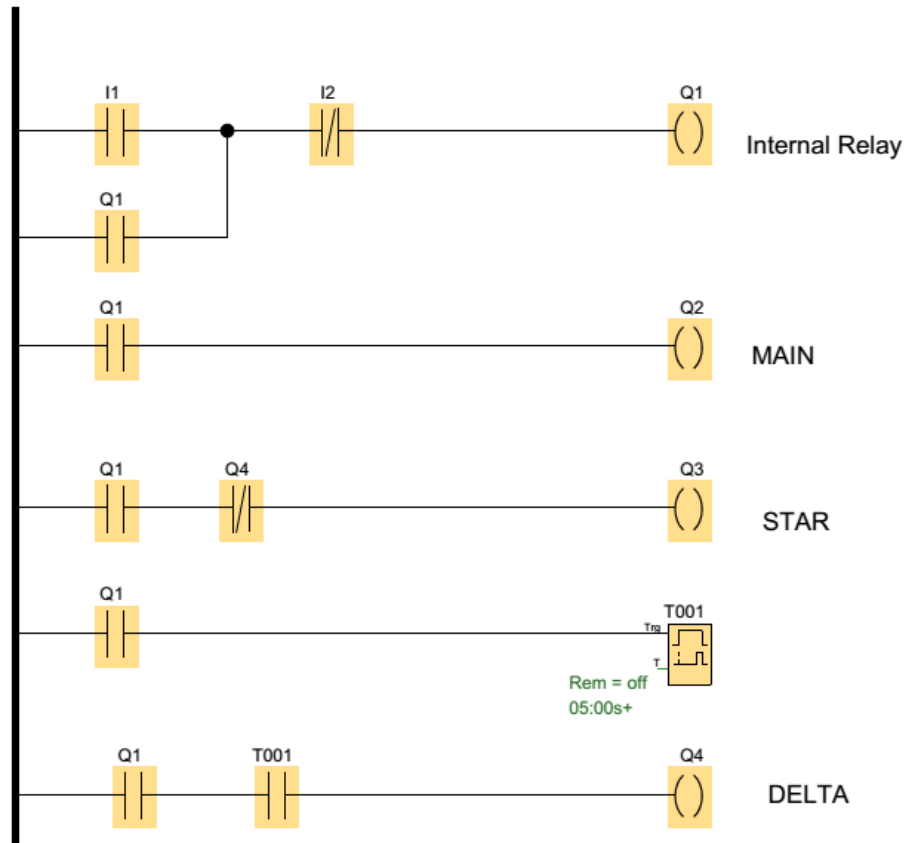
- Awalnya motor berjalan dengan rangkaian belitan star (Y) **K3** dan **K1** ON.
- Setelah beberapa saat, motor melepas rangkaian belitan star dan beroperasi dengan belitan delta (**K3** dan **K2** ON).

c. Program untuk menjalankan motor induksi 3 fasa dengan STAR-DELTA menggunakan CX Programmer (PLC Omron)



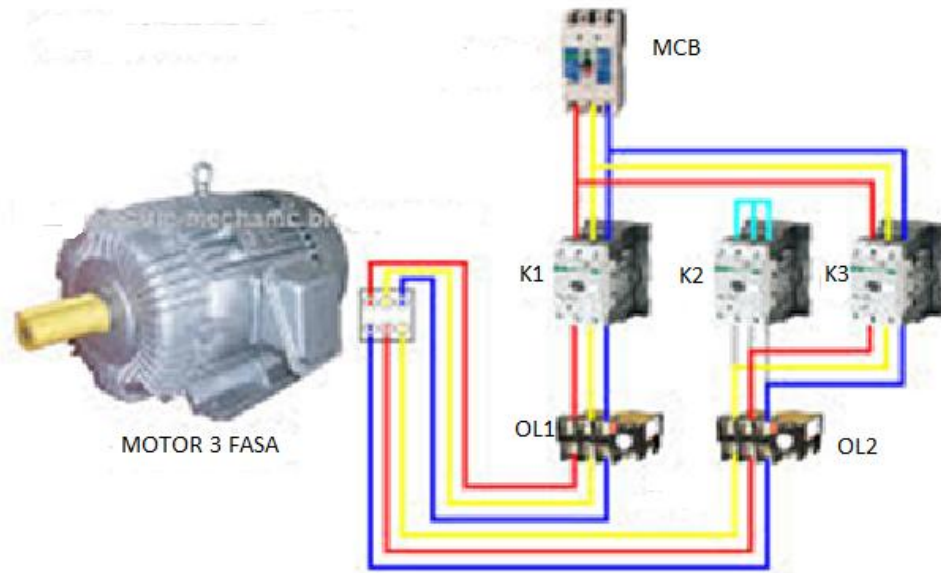
Gambar 43a. Rangkaian simumulasi untuk kontrol motor star Bintang-Segitiga (dengan Program CX-Programmer)

Jika simulasi dilakukan dengan program Logosoft, maka rangkaian ladder diagram dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 43b. Rangkaian simulasi untuk kontrol motor star Bintang-Segitiga (dengan program LogoSoft)

- d. Wiring secara fisik untuk kontrol motor induksi 3 fasa dengan starter Star-Delta



Gambar 44. Rangkaian pengawatan untuk kontrol motor star Bintang-Segitiga

Kegiatan Pembelajaran 7

TROUBLE SHOOTING PADA RANGKAIAN INPUT OUT HMI

A. Tujuan

1. Peserta diklat dapat mendiagnosa kesalahan yang terjadi pada sistem PLC secara sistematis.
2. Peserta diklat dapat menentukan kesalahan yang terjadi pada sistem PLC secara sistematis.
3. Peserta diklat dapat mendiagnosa kesalahan yang terjadi pada sistem pneumatik secara sistematis.
4. Peserta diklat dapat menentukan kesalahan yang terjadi pada sistem pneumatik secara sistematis.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Menentukan kesalahan secara sistematis prosedur penyambungan komponen elektronika digital (komponen logika dan mikrokontroler) pada rangkaian digital sederhana

C. Uraian Materi

Pada dasarnya semua sistem kontrol memiliki usia pengoperasian, oleh sebab itu suatu sistem yang bekerja baik secara mekanik maupun elektrik seharusnya dilakukan perawatan. Jika saja kita lalai dalam perawatan maka tidak mustahil bahwa sistem atau perangkat mekanik atau perangkat elektronik akan mengalami kerusakan. Seandainya peralatan atau sistem mengalami gangguan atau kerusakan, maka dalam rangka menemukan kesalahan haruslah dilakukan secara sistematis dan prosedural. Termasuk juga perangkat SCADA yang didalamnya terdapat Human Machine Interface (HMI).

Sebaiknya perangkat sistem SCADA harusnya dilakukan perawatan secara intensif dan berkala, sebelum terjadi kerusakan yang menyebabkan terhentinya sistem.

1. Pemeliharaan PLC Pneumatik

Yang dimaksud dengan pemeliharaan PLC Pneumatik ialah segala upaya atau kegiatan yang sengaja dilakukan terhadap PLC Pneumatik dengan mengikuti suatu prosedur yang sistematis dengan tujuan agar PLC Pneumatik yang kita miliki dapat digunakan dengan lancar, aman dan secara teknis maupun ekonomis berumur panjang (awet). Untuk mencapai tujuan tersebut, secara sistematis kegiatan pemeliharaan dapat kita kelompokkan menjadi kelompok pemeliharaan pencegahan (preventive maintenance) dan kelompok perbaikan (corrective maintenance).

1.1. Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Kegiatan pemeliharaan pencegahan ini dilakukan sebelum dan selama PLC Pneumatik dioperasikan, dengan tujuan untuk mencegah terjadinya laju kerusakan.

Ada pun kegiatannya antara lain :

1.1.1. Pra Pemeliharaan

Yang dimaksud dengan pra pemeliharaan ialah suatu kegiatan persiapan yang bertujuan agar nantinya pelaksanaan pemeliharaan berjalan lebih lancar

Kegiatannya antara lain :

- Penyiapan peralatan pemeliharaan, semakin lengkap akan semakin baik.
- Penyiapan bahan-bahan pemeliharaan terutama yang dipakai secara rutin bahan pembersih, bahan pelumas, bahan pencegah korosi dan lain lain.
- Pemasangan mesin/peralatan yang memberi peluang untuk pelaksanaan pemeliharaan.
- Instalasi tenaga baik tenaga listrik maupun tenaga udara kempa harus memenuhi persyaratan.
- Persiapan administrasi pemeliharaan termasuk dokumen-dokumen yang perlu dipersiapkan seperti data data pengecekan harian, data-data pengecekan mingguan ataupun pengecekan bulanan
- Kebutuhan tenaga listrik harus mencukupi untuk semua kontrol atau beban
- Pemasangan komponen-komponen harus dimungkinkan untuk pemeriksaan dan penggantian seperti card-card I/O yang bisa diganti dengan mudah

1.1.2. Pemeliharaan Harian

Pemeliharaan harian ialah pemeliharaan yang dilakukan setiap hari selama PLC Pneumatik digunakan baik siang maupun malam.

Kegiatannya antara lain :

- Memeriksa kondisi alat setiap akan dioperasikan.
- Menjaga kebersihan dan ketertiban.
- Mencegah terjadinya beban lebih.
- Mengamati atau memperhatikan.

1.1.3. Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan berkala dilakukan secara berkala secara terjadwal, baik mingguan, bulanan maupun tahunan.

Kegiatannya antara lain :

- Pemeriksaan / pengecekan kondisi PLC Pneumatik baik posisinya, kondisinya maupun infra strukturnya.
- Penyetelan-penyetelan baut-baut konektor yang kendur, kabel-kabel dan sebagainya.

1.2. Perbaikan PLC Pneumatik

Perbaikan termasuk kegiatan pemeliharaan secara umum yang dilakukan terhadap alat yang mengalami gangguan atau kerusakan. Tujuannya ialah untuk memulihkan kondisi alat yang rusak sehingga dapat berfungsi kembali.

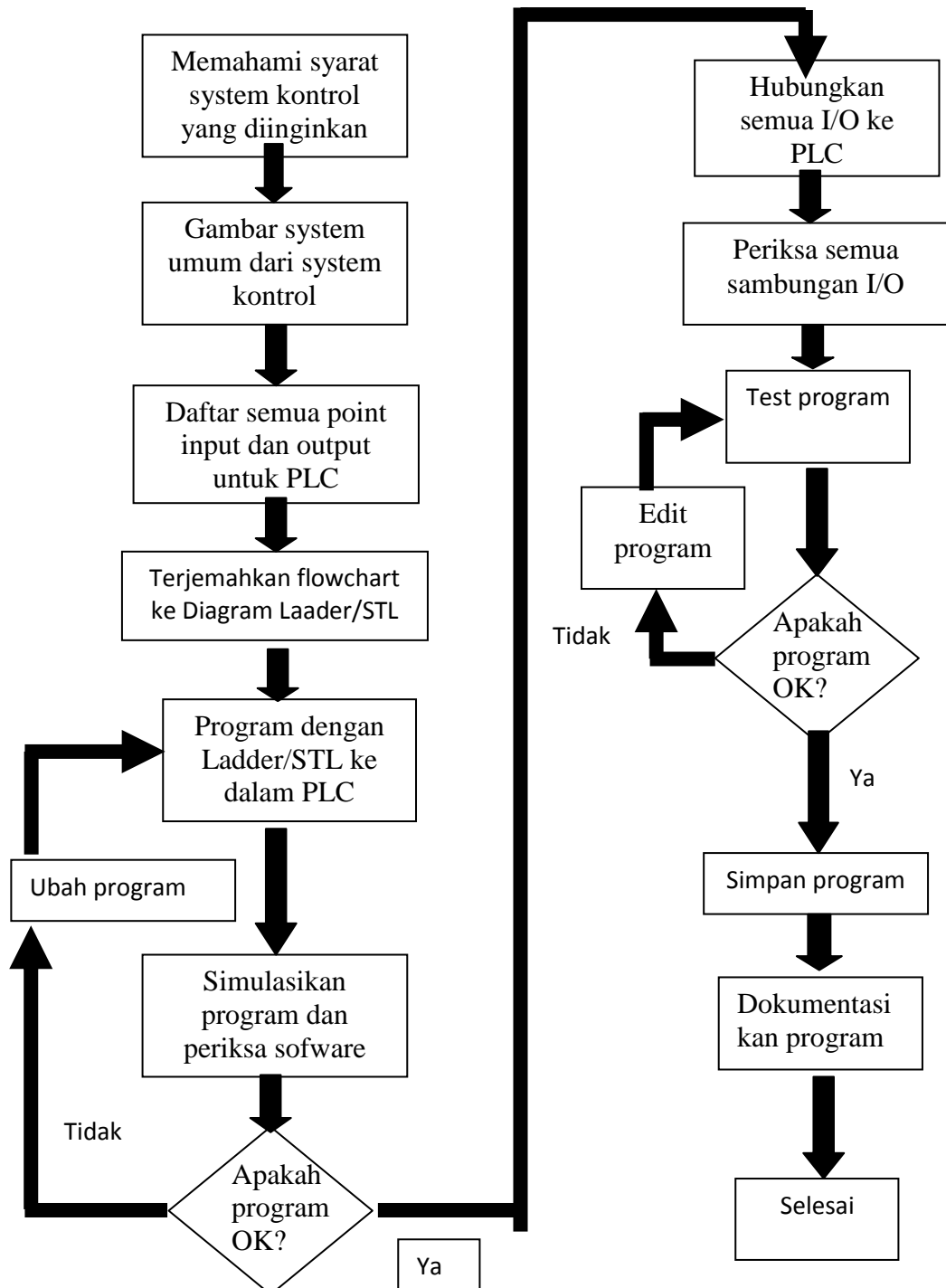
Kegiatannya antara lain :

1.2.1. Trouble Shooting PLC Pneumatik

Dengan melakukan pendekatan disain dan trouble shooting PLC pada flowchart Gambar 7.1, ada beberapa kondisi yang harus kita perhatikan untuk langkah-langkah tersebut, yaitu :

- Dalam menginstallasi I/O pastikan mana input terminal dan mana output terminal biasanya untuk type kecil kita bisa melihat informasi tertulis pada PLC tetapi untuk PLC type besar seperti C200H/HX/HG pada Omron untuk input ditulis ID,IA, IM dan output ditulis OD,OC, OA
- Kemampuan arus output pada PLC, karena untuk beban yang lebih besar seperti menghidupkan motor misalnya, tidak dapat langsung output PLC disuplaikan, tetapi perlu menggunakan relay sebagai pembantu.
- Tegangan I/O yang digunakan, untuk PLC bisa tegangan VAC dan VDC tergantung pilihan kita dan kecocokannya dengan type CPU. Untuk I/O dengan VAC dan VDC harus diperhatikan besar tegangan karena sangat erat hubungannya dengan input peralatan dan output peralatan,
- Jenis sensor yang digunakan PNP atau NPN yang harus disesuaikan dengan input PLC
- Jenis output, ada tiga jenis output yang tersedia yaitu :
 1. Ouput Relay digunakan untuk tegangan AC/DC
 2. Output Triac digunakan hanya tegangan AC
 3. Ouput Transistor digunakan hanya untuk tegannan DC
- Pastikan baut baut terminal I/O dalam kondisi kuat (tidak longgar)
- Pastikan kabel komunikasi antara PLC dengan PC dalam kondisi terhubung, dengan menghubungkan secara software (lihat indikasi pada CPU). Jika tidak terjadi komunikasi periksa kabel komunikasi atau salah Com pada software, artinya Com yang digunakan Com 1 atau Com 2.
- Pastikan alamat I/O pada PLC sesuai dengan alamat program yang kita buat

Pendekatan Sistematis Disain Programmable Controller



Gambar 45. Diagram alur
perogramman

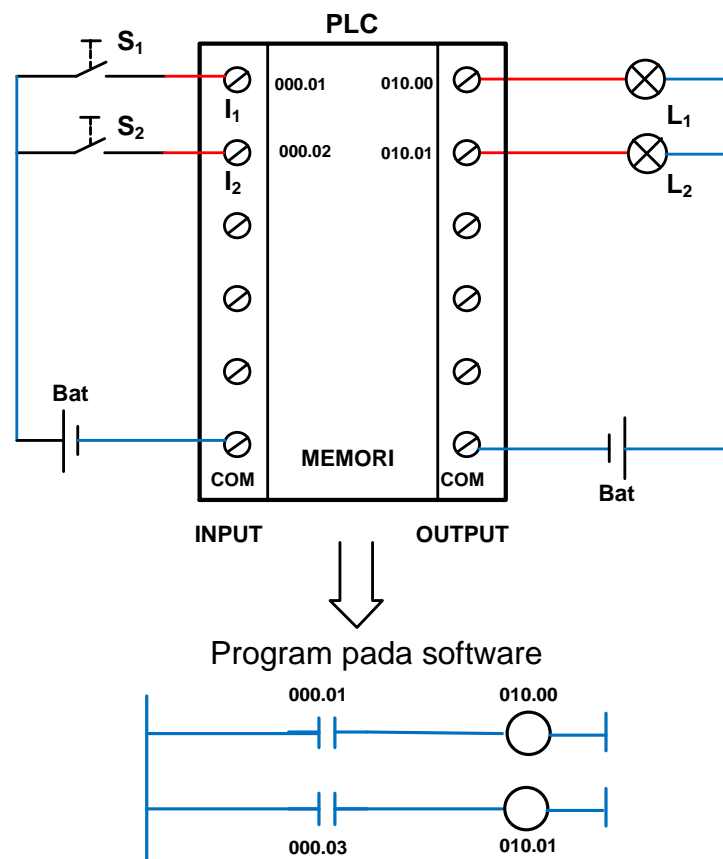
Apabila kondisi tersebut di atas tidak terpenuhi maka akan terjadi trouble. Jadi untuk mencari kesalahan kita selalu mengacu pada hal-hal tersebut di atas.

1.2.2. Perbaikan

Untuk melaksanakan perbaikan kerusakan, kita dapat mengacu pada sistematika perbaikan secara umum, baik langkah kerjanya maupun metodanya. Dalam hal perbaikan kerusakan pada penggunaan PLC ini kita akan langsung memberikan salah satu contoh perbaikan, sebagai berikut.

Contoh:

Pada gambar di bawah ini, setelah dilakukan pemograman pada PLC menerangkan apabila S1 ditekan maka L1 akan menyala dan apabila ditekan S2 maka L2 akan menyala. Tetapi pada kasus ini ternyata jika S2 ditekan L2 tidak menyala. Temukanlah kenapa L2 tidak menyala ketika S2 ditekan



Gambar 46. Instalasi PLC Pneumatik

Penyelesaian;

Menurut program yang dibuat didalam software dengan alamat 000.03 tidak tersambung ke input S2 dengan alamat 000.02 dalam hal ini program salah alamat seharusnya 000.03 di sana tertulis dengan 000.02. Oleh karena itu harus dikembalikan ke alamat yang dikehendaki yaitu 000.03. Ini namanya perbaikan dari kesalahan program.

1.3. Dokumentasi Pemeliharaan PLC pneumatik

Dokumentasi pemeliharaan PLC Pneumatik merupakan kelengkapan administrasi pemeliharaan yang akan membantu kelancaran pelaksanaan kegiatan pemeliharaan itu sendiri. Dengan pendokumentasian yang baik, penyimpanan perangkat administrasi yang baik, kita akan lebih mudah untuk mencari arsip-arsip atau pun hal-hal yang kita perlukan.

- Manual Operasi (Operation Manual)
- Instalasi I/O dan maintenance manual
- Daftar spare part terutama yang penting-penting
- Lembaran data komponen
- Diagram lay out dari system yang lengkap dengan label-label ,code pada peralatan
- Dokumentasi trouble shooting, laporan-laporan kerusakan dan permohonan perbaikan.
- Dokumentasi hasil perbaikan dengan Kartu perawatan (Maintenance Record)
- Print out atau hard copy dari program listing. Print out ini diperlukan sekali untuk traching perubahan program atau off-line editing pada programnya.
- Back-up atau salinan copy program pada CD atau Flash Disk. Hal ini sangat berguna kalau PLC mengalami kerusakan.

1.4. Proses Pemeliharaan

Sistem merupakan gabungan dari beberapa bagian atau komponen yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya secara lengkap dan teratur dan membentuk suatu fungsi. Sebagai contoh sebuah sistem secara umum adalah: manusia, alat ukur elektronika, alat komunikasi, mobil, peralatan elektronika dalam rumah tangga, peralatan dalam industri dan lain-lain.

Coba kita pikirkan mengapa dibutuhkan suatu bagian pemeliharaan dan perbaikan ? Hal ini perlu agar:

- Peralatan tetap dalam kondisi kerja normal.
- Menghindari kesalahan proses.
- Meningkatkan kualitas layanan jasa.
- Meningkatkan kualitas produksi.
- Meningkatkan kepuasan pelanggan.
- Memenuhi kebutuhan keamanan, kenyamanan, dan keselamatan

Definisi *Maintainability* (kemampuan pemeliharaan)

Kemungkinan suatu sistem yang rusak dikembalikan pada kondisi kerja penuh dalam suatu periode waktu yang telah ditentukan.

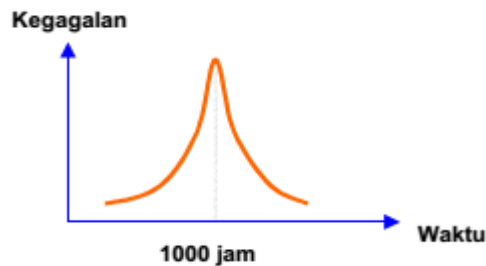
Tujuan pemeliharaan adalah untuk mencapai tingkat kepuasan dari availability (keberadaan) sistem dengan biaya yang layak/wajar dan efisiensi.

Prinsip-Prinsip Pemeliharaan

Prinsip pemeliharaan bergantung pada beberapa faktor:

- Tipe sistem
- Tempat dan kerja sistem.
- Kondisi lingkungan.
- Tingkat keandalan sistem yang diinginkan.

Suatu sistem yang menggunakan sejumlah besar lampu indikator, memiliki grafik kerusakan seperti Gambar seperti berikut:



Grafik kegagalan menunjukkan bahwa puncak kegagalan terjadi pada 1000 jam. Kemungkinan suatu lampu indikator mengalami kegagalan sebelum 1000 jam adalah 0,5 (50 %). Jadi, bila lampu diganti setelah 1000 jam, kemungkinan setiap lampu mengalami kegagalan selama waktu itu adalah 0,5 (50 %). Apabila semua lampu diganti pada waktu yang bersamaan dalam standar deviasi sebelum umur rata-ratanya, maka hal ini akan membuat tingkat keandalannya lebih baik.

Kesulitannya adalah memperkirakan dengan tepat periode keausan untuk komponen pada bagian dalam, sehingga menjadi tidak ekonomis untuk melaksanakan pemeliharaan preventif.

Kerugiannya adalah gangguan-gangguan yang terjadi selama pengerjaan pemeliharaan preventif tersebut, sehingga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada alat itu sendiri.

Pemeliharaan yang bersifat memperbaiki (corrective maintenance) adalah aktivitas pelayanan sistem elektronika selama penggunaannya, jika terjadi kerusakan komponen yang tidak dapat diperkirakan dan tidak dapat ditanggulangi dengan pemeriksaan. Dalam kenyataannya, pemeriksaan suatu kerusakan lebih disukai daripada pencegahan.

2. Mengidentifikasi kerusakan

2.1. Jalur Kontrol dan Lup Kontrol Sederhana

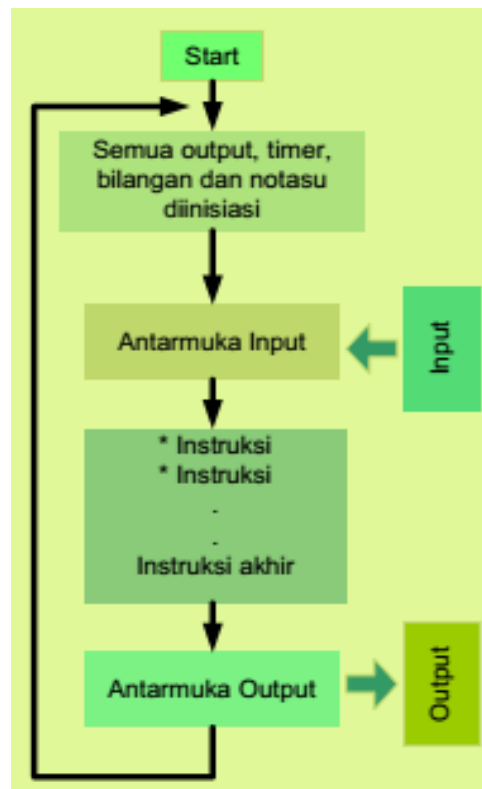
Selain memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja robot atau sistem berbasis mikroprosesor lainnya (seperti dijelaskan pada bagian 9.9), maka perlu juga memahami prinsip kerja jalur kontrol dan lup kontrol robot, agar tindakan pemeliharaan dan perbaikan dapat dilakukan secara efisien.

2.1.1. Mengidentifikasi Blok-blok Fungsional

Kerusakan sebuah sistem kadangkala tidak terjadi pada komponen-komponen sistem, tetapi pada jalur-jalur kontrolnya. Langkah pertama yang harus dilakukan untuk melacak kerusakan ini ialah dengan mengidentifikasi blok-blok fungsional sistem. Jika blok ini tidak tersedia di dalam buku manual, maka teknisi perawatan dapat meminta bantuan seorang insinyur untuk membuat blok fungsional sistem berdasarkan informasi yang ada di dalam buku manual atau instructional book.

3. Pelacakan Kerusakan Pada Sistem berbasis Mikrokontroler (studi kasus pada perangkat PLC)

3.1. Prinsip Kerja PLC

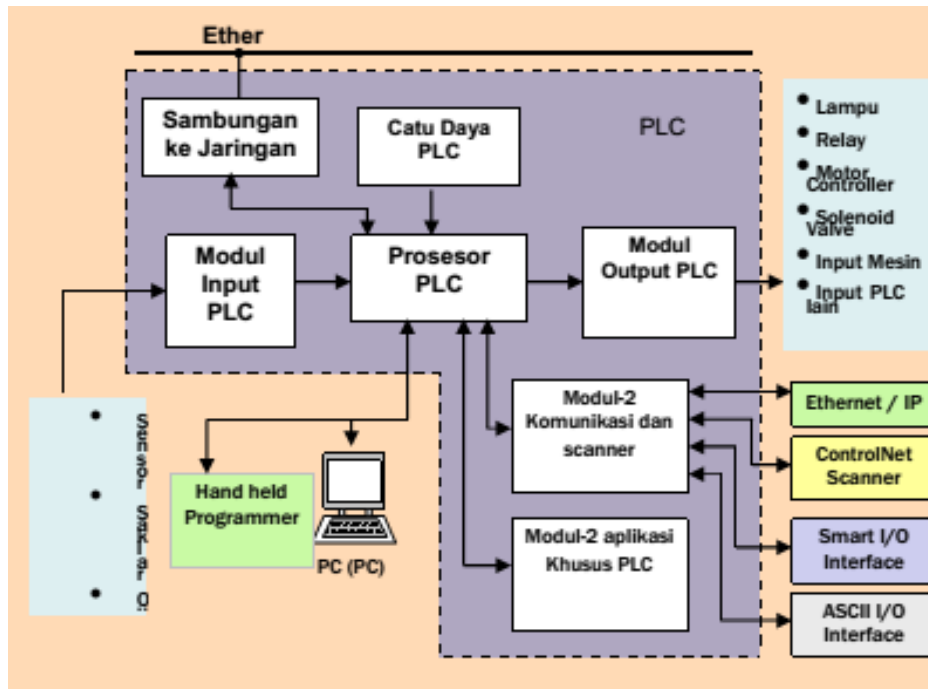


Gambar 47. Prinsip kerja PLC

- Program kendali PLC akan bekerja dengan urutan langkah seperti digambarkan pada diagram alir Gambar 47.
- Pertama, PLC melalui modul inputnya akan membaca sinyal masukan yang didapat dari komponen-komponen input (sensor, saklar, output mesin, dsb) dan tersimpan di modul antarmuka input.
- Program kendali (misalnya seperti gambar (ladder) akan mengendalikan instruksi-instruksi untuk mengubah sinyal input menjadi sinyal output (sesuai instruksi) dan menyimpannya pada modul antarmuka output. Jadi PLC akan bekerja berdasarkan program kendali tsb dan bukan karena sinyal yang diterima dari perangkat input
- Sinyal output yang tersimpan pada antarmuka output akan bekerja sesuai dengan instruksi yang diterimanya

3.2. Prosesor pada PLC

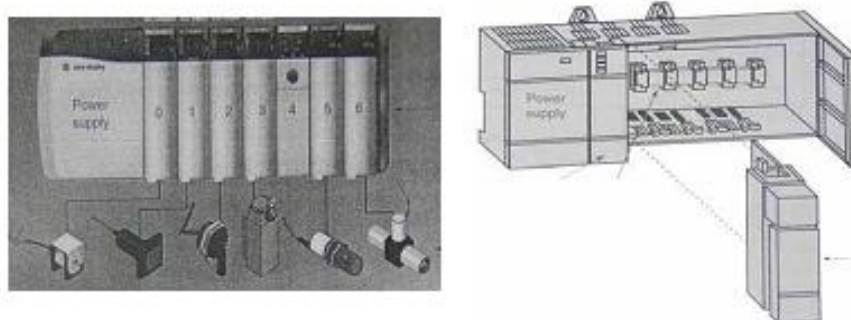
Jantung dari PLC adalah prosesor PLC. Pada gambar 48 : Contoh Sistem Berbasis PLC, prosesor PLC dikelilingi oleh modul input di bagian kiri, dan modul output di bagian kanan, serta catu daya di bagian atas. Untuk sistem yang lebih besar, blok PLC disusun dalam rak-rak.



Gambar 48 : Contoh Sistem Berbasis PLC

3.2.1. Backplane

Di dalam rack terdapat struktur bus (yang berfungsi sebagai antarmuka data) dan catu daya untuk modul-modul PLC, yang disebut backplane.



Gambar 49: PLC dengan Rak-rak

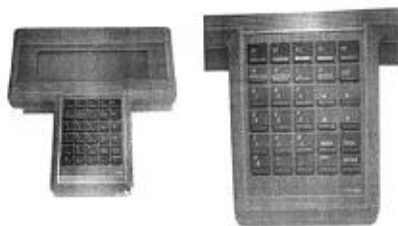
3.2.2. Prosesor dan Catu Daya

Prosesor merupakan unit pemroses sentral (CPU) yang akan melakukan semua operasi logika dan melaksanakan semua komputasi matematikal. Di dalam rack jumlah prosesor ini bisa lebih dari satu.

Prosesor bekerja dengan mendapatkan catu daya dari modul Catu Daya PLC.

3.2.3. Perangkat Pemrograman

Perangkat ini terhubung dengan prosesor, dan digunakan untuk memasukkan program, men-down load program atau untuk mengedit program yang telah ada di dalam PLC. Perangkat pemrogram dapat berupa PC (Personal Computer) atau pemrogram Handheld (Gambar hal 14)



Gambar 50. Perangkat pemrogram (Hand Held Programmer)

3.2.4. Input dan output interface

Perangkat ini dapat berupa modul khusus atau fixed (menjadi bagian dari satu unit sistem PLC). Jumlah port I/O untuk setiap PLC adalah tetap (tidak dapat diubah-ubah) untuk setiap model (8, 14, 20, 40 dsb).

Input interface membentuk link antara prosesor PLC dengan komponen atau perangkat dari luar yang digunakan untuk

mengukur besaran-besaran fisik melalui sensor, misalnya panas, tekanan, dsb atau perangkat on/off, misalnya saklar. Komponen-komponen input tsb biasanya disebut field devices. Modul-modul input PLC juga dapat berfungsi sebagai pengkondisi sinyal, yaitu mengubah berbagai level tegangan menjadi tegangan DC 0 hingga 5 V yang diperlukan oleh prosesor PLC. Modul input interface terdiri dari:

- a) Modul Input DC (Current Sinking),
- b) Modul Input DC (Current Sourcing),
- c) Modul Input AC/DC

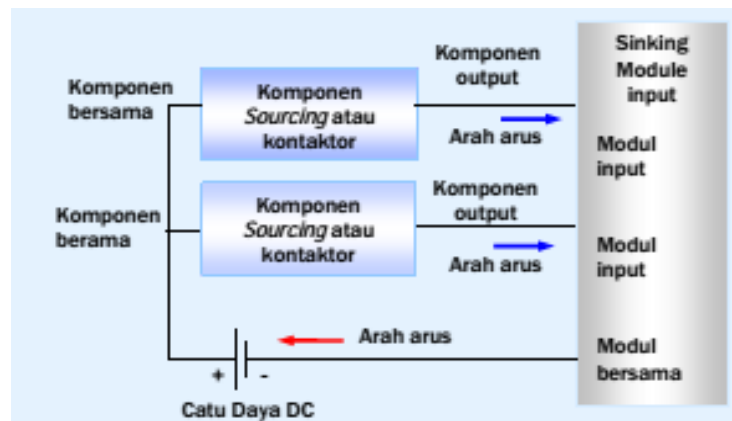
Output interface membentuk link antara prosesor PLC dengan komponen atau perangkat atau sistem dari luar. Modul output interface terdiri dari:

- a) Modul Output DC (Current Sinking)
- b) Modul Output DC (Current Sourcing)
- c) Modul Output AC
- d) Modul Output Relay

3.3. Input Interface

3.3.1. Modul Input DC (Current Sinking)

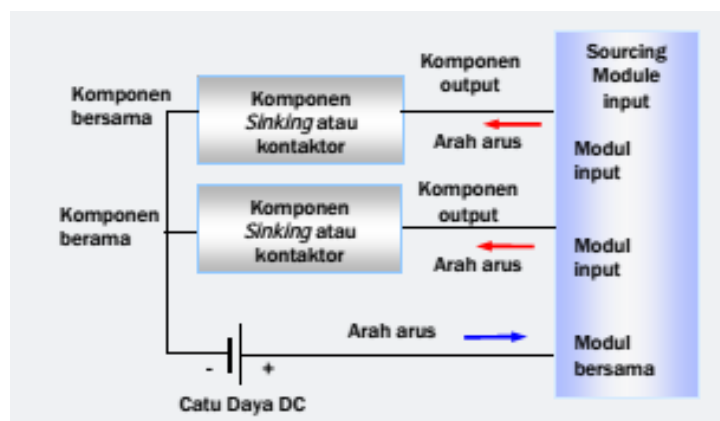
Modul Input Sinking merupakan modul yang mengalirkan arus ke dalam terminal input modul, jika input diaktifkan. Oleh karena itu, arus mengalir keluar dari komponen input (sensor, saklar, dan sebagainya). Jadi komponen-komponen input tsb dalam hal ini berfungsi sebagai sumber arus (Current Sourcing), dimana masing-masing komponen mempunyai sebuah titik pengukuran bersama (common). Sedangkan modul input mempunyai sebuah common tunggal.



Gambar 51a: Modul Input DC (current Sinking)

3.3.2. Modul Input DC (Current Sourcing)

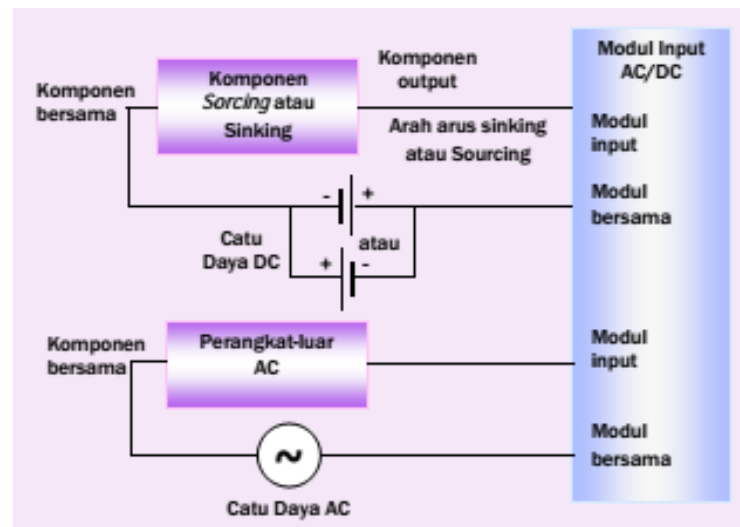
Modul-modul input sourcing mengalirkan arus keluar dari terminal input menuju komponen input, jika input diaktifkan. Jadi, komponen komponen input, dalam hal ini berfungsi sebagai komponen yang menerima arus (current sinking). Oleh karena itu, sinyal pada terminal komponen input akan dialirkan ke ground, jika input diaktifkan.



Gambar 51b: Modul Input DC (Current Sourcing)

3.3.3. Modul Input AC/DC

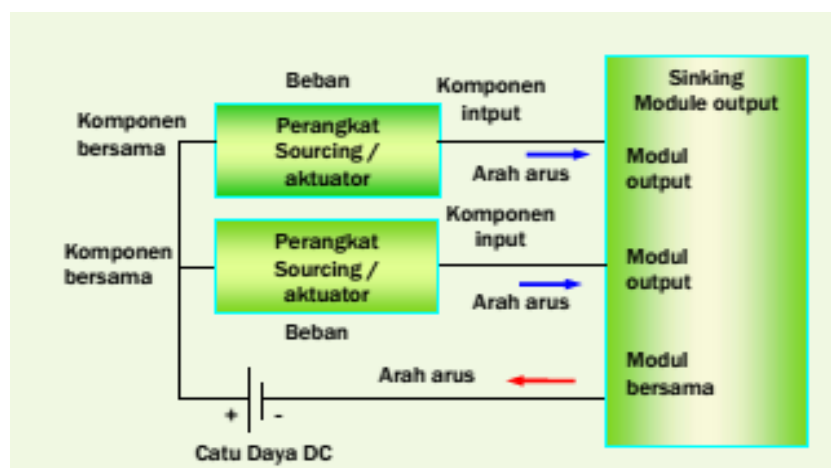
Modul ini dapat menerima/ mengirimkan arus (arus bisa keluar atau masuk ke terminal input), secara bergantian setiap setengah siklus. Interface atas akan bekerja sebagai sumber arus atau penerima arus. Interface bawah digunakan untuk output sensor atau saklar dengan sumber AC.



Gambar 51c: Modul Input AC/DC (*Current Sourcing*)

3.4. Output Interface

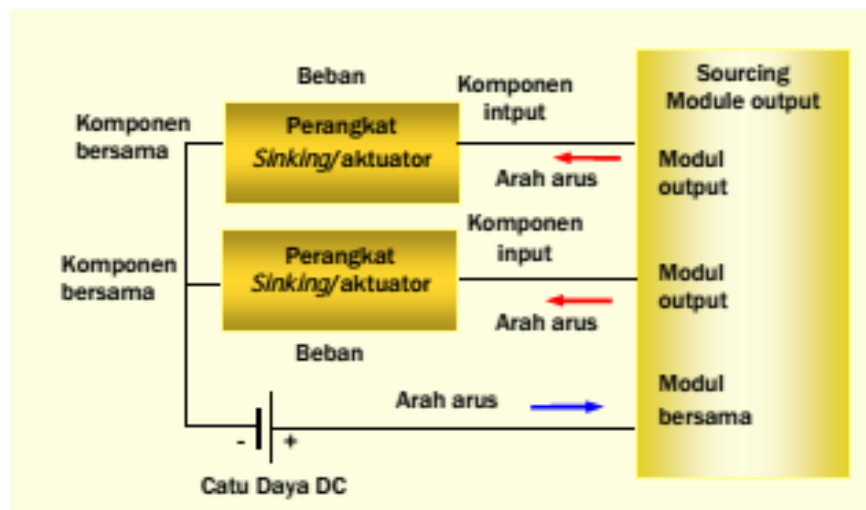
3.4.1. Modul Output DC (Current Sinking)



Gambar 52.: Modul Output DC (Current Sinking)

3.4.2. Modul Output DC (Current Sourcing)

Modul ini mengalirkan arus keluar dari terminal output menuju aktuator. Komponen output berfungsi sebagai penerima arus (Current Sinking). Semua common dari komponen output dihubungkan ke sisi negatif catu daya DC, sedangkan terminal common dari modul dihubungkan ke sisi positif catu daya.



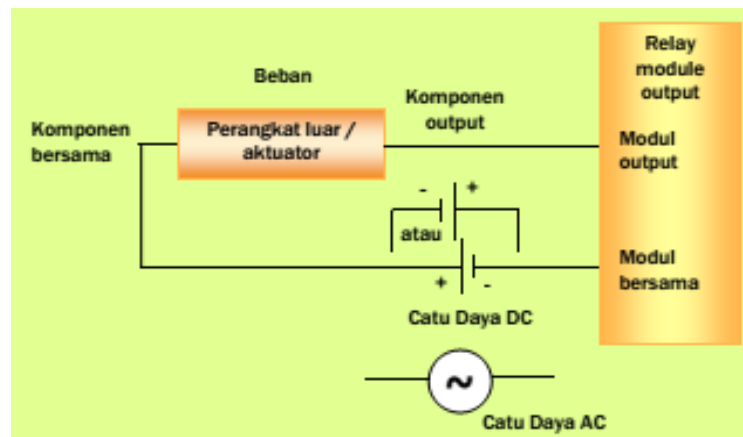
Gambar 52b: Modul Output DC (Current Sourcing)

3.4.3. Modul Output AC

Modul ini menghubungkan tegangan AC pada aktuator bertipe AC dan tidak pernah disebut sebagai sumber arus atau penerima arus output. Sumber AC dihubungkan antara common modul dan komponen output AC. Modul AC dapat digunakan pada semua aktuator tipe AC jika tegangannya sesuai.

3.4.4. Modul Output Relay

Modul ini mempunyai kontak relay Normally Open (N.O) untuk setiap port, yang memungkinkan dialiri arus beban yang lebih besar, yang dapat menggerakkan komponen output DC maupun AC. Blok diagram interface modul output relay ditunjukkan oleh Gambar 12-8d.



Gambar 53. Modul Output Relay

3.5. Tipe PLC

Tipe PLC berdasarkan cara operasinya dibedakan menjadi 3:

1. Rack atau Sistem berbasis Alamat
2. Sistem Berbasis Tag
3. Soft PLC atau Kontrol berbasis PC

Penjelasan:

1. Tipe PLC Berbasis Rak/Sistem Berbasis Alamat

PLC seperti pada Gambar 11.5: PLC dengan rak-rak. disebut Sistem Berbasis Alamat, karena modul-modul input dan output (I/O) dalam rak merupakan jalan lalu-lintas sinyal input atau output melalui alamat yang sesuai dengan tempat dimana rak tsb dipasang.

Modul input atau output pada umumnya berfungsi sebagai:

- a. Terminal Antarmuka (Interface) dimana perangkat luar dapat dipasangkan
- b. Rangkaian pengkondisi sinyal yang menjembatani tipe sinyal PLC dengan sinyal yang didapat dari perangkat luar.

Cara pengalamatan bisa berbeda antara vendor satu dengan lainnya. Tetapi pada umumnya adalah sebagai berikut ini:

I: (No. Rak/slot) / (No. Terminal) untuk modul input,
dan

O: (No. Rak/Slot)/(No. Terminal) untuk modul output

Misalnya: Modul DC ditempatkan pada slot /rak input 2, terminal 5, dan Modul output ditempatkan pada slot output 5, di terminal 12. Maka modul input tsb dituliskan I:2/5 dan modul output dituliskan O:5/12

2. Tipe PLC Berbasis Tag

Beberapa vendor menggunakan tipe ini, karena dapat digunakan untuk perangkat lunak berbahasa tinggi (bukan bahasa mesin), seperti BASIC dan C. Pada tipe ini, sistem pengalamatan, pemberian nama variable perangkat input dan output dapat dibuat pada saat sistem dirancang. Setiap variabel adalah sebuah tag dan masing-masing diberi nama. Jika sebuah tag atau variable didefinisikan, maka tipe data yang ditunjukkan oleh tag atau variable tersebut akan dideklarasikan. 3. Tipe PLC Berbasis Tag

3. Soft PLC atau Kontrol Berbasis PC

PC (Personal Computer) dapat digunakan untuk mengemulasi (mengeksekusi instruksi program sekaligus menjalankan perangkat yang dikontrol) PLC. Di Industri, kartu I/O sebuah PC dapat digunakan sebagai antarmuka bagi perangkat-perangkat luar diluar PLC, dan PC dapat difungsikan sebagai PLC.

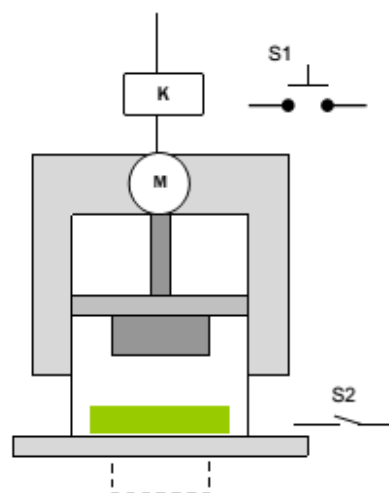
Soft PLC efektif digunakan untuk kontrol On-Off atau sebuah proses kontrol yang berurutan, dan kontrol lain yang hanya sedikit memerlukan perhitungan numerik.

Standar bahasa pemrograman PLC yang disepakati yaitu:

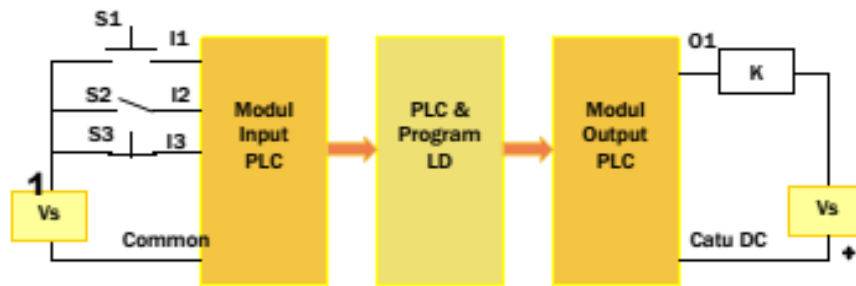
- Ladder Diagram (LD)
- Function Block Diagram (FBD)
- Structure Text (ST)
- Instruction List (IL)
- Sequential Function Charts (SFC)

3.6. Ladder Diagram (LD)

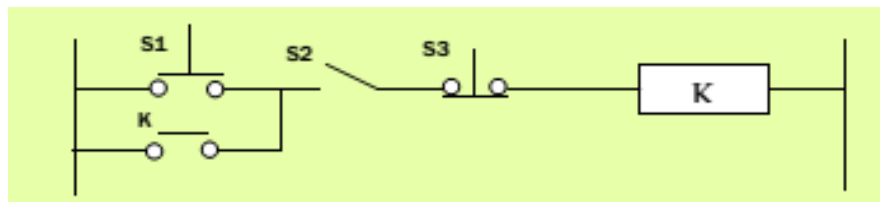
Ladder Logic atau Ladder Diagram adalah bahasa pemrograman PLC yang bersifat grafis. Ambil sebuah contoh Mesin Press (Gambar 12- 6). Perangkat-perangkat input (saklar Start (S1), Limit Switch (S2), saklar stop (S3) dan catu daya untuk perangkat input, dihubungkan pada modul input PLC, sedangkan aktuator berupa kontaktor dan catu daya untuk perangkat output dihubungkan pada modul output PLC. Mesin Press akan bekerja jika ada sinyal dari input (S1 ditekan) dan tutup mesin telah menyentuh limit switch. Sinyalsinyal input ini diproses oleh PLC melalui instruksi-instruksi program PLC (operasi logika). Hasil operasi berupa sinyal output yang akan mengaktifkan mesin press. Mesin akan berhenti bekerja jika S3 ditekan. Gambar 7.7a: menunjukkan rang-kaian kontrol untuk mesin press. Komponen fisik digambarkan dengan simbol.



Gambar 54. Komponen fisik mesin press



Gambar 55a: PLC & Perangkat Antarmuka Kontrol Mesin Press



Gambar 55b: Diagram Pengawatan Kontrol Mesin Press

4. Kelistrikan dan Keamanan PLC

Sangatlah penting untuk memperhatikan masalah kesehatan dan keselamatan terhadap penggunaan sumber energi listrik yang digunakan setiap hari, misalnya catu daya listrik, khususnya yang berkaitan dengan keamanan pemakai dan alat yang dipakai. Hal terpenting ialah kita harus mengetahui sifat sumber energi itu sendiri dan mengetahui bagaimana cara aman bekerja atau menggunakan energi tersebut, agar kecelakaan atas penggunaan energi listrik dapat dihindari.

Dilihat dari pengaruh listrik terhadap pengguna listrik, terdapat beberapa komponen penting yang berkaitan dengan keamanan penggunaan kelistrikan:

- Kejutatan Listrik (electrical Shock)
- Sifat Alami dari Kejutatan Listrik
- Safe Electrical Practices
- Respon to Shock victim

Jika arus listrik melewati tubuh, resistansi dalam jaringan otot akan mengubah sebagian besar energi dalam otot menjadi panas. Kejutan listrik DC dapat mengakibatkan kerja otot tidak terkendali. Jika sumber arus berupa arus AC, maka akan mengakibatkan fibrilasi (debar jantung berlebih). Jika arus yang mengalir ke tubuh cukup tinggi (lebih besar dari 50 mA), maka bisa mengakibatkan kematian.

4.1. Sifat Dasar dari Kejutan Listrik

Kejutan listrik terjadi jika sebagian dari tubuh menjadi pembawa arus dari rangkaian listrik (Gambar 11.8: Kejutan Listrik). Besarnya arus yang mengalir dalam kondisi kejut tergantung dari resistansi tubuh terhadap sumber listrik. Hasil penelitian menunjukkan, besarnya resistansi kontak antara bagian tubuh dengan titik kontak rangkaian listrik adalah seperti ditunjukkan pada Tabel : (Resistansi Kontak Bagian Tubuh).

4.2. Keamanan Listrik dalam Praktik

Sistem yang dikontrol oleh PLC mempunyai berbagai macam sumber daya:

- Sumber tegangan,
- Pemampatan pegas (compressed spring),
- Cairan bertekanan tinggi,
- Energi potensial dari berat,
- Energi kimia (yang mudah terbakar dan substansi reaktif),
- Energi nuklir (aktifitas radio).

PLC biasanya bekerja dengan catu daya AC 110V atau 220 V, sedangkan modul-modul output mungkin mempunyai tegangan sumber 5 V – 440 V, serta mempunyai valve sebagai saklar bagi sistem bertekanan udara atau bertekanan cairan sangat tinggi.

4.4. Prosedur Keamanan Industri

Sedangkan Keamanan di Industri terutama menggunakan lock-out /tag-out (tanda/tulisan "sedang diperbaiki"), lalu ukur tegangan dengan prosedur sbb:

1. Periksa dan pastikan bahwa meter masih bekerja dengan cara mengukur sumber tegangan yang diketahui.
2. Gunakan meter untuk menguji rangkaian
3. Sekali lagi pastikan bahwa meter masih bekerja dengan cara mengukur sumber tegangan yang diketahui. Jika seseorang kontak/menyentuh konduktor listrik suatu rangkaian dan tidak dapat melepaskan diri dari rangkaian tsb, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah melepaskan/memutus sumber daya dari rangkaian secepat mungkin. Lalu panggil tim medis/ambulance untuk menindaklanjuti penanganan kesehatan korban.

5. Modul-modul Input/Output (I/O)

Modul input yang dipasangkan pada PLC berfungsi sebagai antarmuka (interface), yaitu bagian yang menjembatani antara besaran fisik yang diukur (panas, tekanan, kuat cahaya, suara, dan sebagainya) dengan prosesor PLC. Modul output yang dipasangkan pada PLC berfungsi sebagai antarmuka antara prosesor PLC dengan aktuator output (mesin, lampu, motor, dan sebagainya).

Pengetahuan tentang prinsip kerja dan cara pengawatan (wiring) komponen-komponen tersebut pada PLC sangat diperlukan, agar tidak melakukan kesalahan pada saat mengoperasikan dan melakukan pelacakan kerusakan atau kegagalan sistem yang menggunakan komponen-komponen tersebut.

5.1. Tip Pelacakan Kerusakan Perangkat Input / Output

5.1.1. Melacak Kerusakan Saklar

Semua saklar mempunyai masalah umum yang sama, yang dibagi menjadi dua grup: a) masalah operator (handle, push button, yaitu masalah mekanis) b) masalah kontak (selalu terbuka atau selalu tertutup)

Jika masalah sistem ditengarai dari saklar, lakukan prosedur berikut:

- Jika kontak seharusnya terbuka: ukur tegangan yang melalui kontak. Jika besarnya tegangan terukur sama dengan tegangan operasi saklar/kontak, maka saklar dalam keadaan baik. Jika tegangan terukur mendekati nol, maka kontak terhubung singkat.
- Jika kontak seharusnya tertutup: ukur tegangan yang melalui kontak. Jika besarnya tegangan mendekati nol, maka kontak dalam keadaan baik. Jika tegangan terukur sama dengan tegangan operasi kontak, maka kontak terbuka/putus
- Jika resistansi kontak ditengarai rusak, maka lepas resistansi, lalu ukur dengan Ohmmeter.
- Jika saklar tidak terhubung ke kontak, maka tes jumper yang menghubungkan kontak
- Jika saklar tidak terbuka, lepas salah satu kawat untuk meyakinkan masalahnya.

5.1.2. Melacak Kerusakan Relay

Masalah Relay dapat dibedakan menjadi dua seperti pada saklar: bagian kontak dan bagian operator. Melacak kerusakan bagian kontak dapat dilakukan prosedur pelacakan saklar. Karena kontak relay bekerja berdasarkan kerja solenoid atau elektromagnetik, maka arus yang tidak sesuai akan menjadi masalah utama. Oleh karena itu, pelacakan bagian operator (koil elektromagnetik) atau solenoid dapat dilakukan dengan mengukur arus yang mengalir pada koil.

- Ukur arus minimum yang mengalir pada kontak. Ini disebut arus pull-in, yaitu arus minimum agar armatur dapat melakukan kontak.

- Setelah armatur terhubung segera ukur arus yang melalui kontak sebelum armatur melewati kondisi normal (arus ini disebut arus drop-out). Arus yang terukur seharusnya lebih kecil dari arus pull-in.
- Arus yang tidak sesuai dengan kondisi operasi mengindikasikan bahwa relay tidak terhubung secara sempurna, sehingga menimbulkan panas pada koil.
- Untuk perangkat yang menggunakan solenoid AC, maka akan dilengkapi dengan satu lilitan koil yang disebut cincin bayangan (shading ring) yang merupakan satu bagian dari armatur magnetik. Cincin bayangan digunakan untuk mengurangi huming noise AC solenoid

5.1.3. Melacak Kerusakan Proximity Sensor

Karena karakteristik operasi tiap sensor berbeda, maka yang pertama harus dilakukan adalah mengetahui cara kerja sensor di dalam sistem. Berikut adalah tip melacak kesalahan Proximity Sensor

- Pastikan bahwa sensor bekerja dalam range dayanya, dengan cara melakukan pengukuran perangkat yang terhubung dengan sensor.
- Pastikan bahwa semua setting penguat adalah benar dan periksa semua segel masih baik.
- Pastikan bahwa semua setting saklar benar

Gunakan indikator operasi pada sensor atau penguat sensor untuk memastikan bahwa bagian elektronik sensor masih dalam keadaan baik, dengan cara mengukur output relay atau kondisi kerja transistor.

Beberapa perangkat dengan output set NO akan menunjukkan ON jika telah mengindra obyek.

- Sedangkan untuk out dengan setting NC akan mempunyai kondisi sebaliknya.
- Pastikan tidak ada obyek asing yang mempengaruhi kinerja sensor.
- Pastikan bahwa kecepatan bagian yang melalui sensor tidak melebihi respon frekuensi bagian tsb.

- Pastikan bahwa jarak pengindraan tidak berkurang karena kurangnya tegangan catu atau karena perubahan temperatur.

5.1.4. Melacak Kerusakan Sensor Fotoelektrik.

- Pastikan bahwa sensor mempunyai daya yang sesuai dengan range-nya, dengan cara melakukan pengukuran pada semua perangkat yang terhubung dengan sensor.
- Pastikan bahwa semua setting penguat adalah benar dan periksa semua segel masih baik.
- Pastikan bahwa semua setting saklar benar
- Gunakan indikator operasi pada sensor atau penguat sensor untuk memastikan bahwa bagian elektronik sensor masih dalam keadaan baik, dengan cara mengukur output relay atau kondisi kerja transistor. Beberapa perangkat dengan output set NO akan menunjukkan ON jika telah mengindra obyek. Sedangkan untuk out dengan setting NC akan mempunyai kondisi sebaliknya.
- Pastikan bahwa lensa bersih dan terbebas dari benda asing
- Pastikan bahwa kecepatan bagian yang melalui sensor tidak melebihi respon frekuensi bagian tsb.
- Pastikan bahwa jarak pengindraan tidak berkurang karena kurangnya tegangan catu atau karena perubahan temperatur.

6. Pemeliharaan Perangkat Lunak PLC

Seperti dijelaskan pada awal bab 11, bahwa kerja PLC tergantung dari program yang dibuat melalui instruksi-instruksi. Setiap vendor mempunyai instruksi khusus. Oleh karena itu, pembaca harus mempelajarinya secara khusus. Dalam sub-bab ini akan diberikan petunjuk atau tip-tip pemeliharaan perangkat lunak PLC secara umum dan beberapa contoh kasus untuk memberikan gambaran kepada Peserta diklat tentang aplikasi metode pelacakan perangkat lunak PLC.

Pemeliharaan perangkat lunak PLC tidak dapat dipisahkan dari sistem secara keseluruhan, termasuk pemeliharaan perangkat dan modulmodul

input serta output yang menjadi bagian dari sistem tsb. Untuk menentukan lokasi kerusakan atau kesalahan harus dilakukan secara terorganisasi dan menyeluruh.

6.1. Alat (Tool) untuk Melacak Kerusakan Sistem

Seperti halnya teknisi motor atau mobil yang memerlukan peralatan untuk melacak kerusakan motor atau mobil, misalnya obeng, kunci dengan berbagai ukuran, berbagai tester, dan sebagainya.

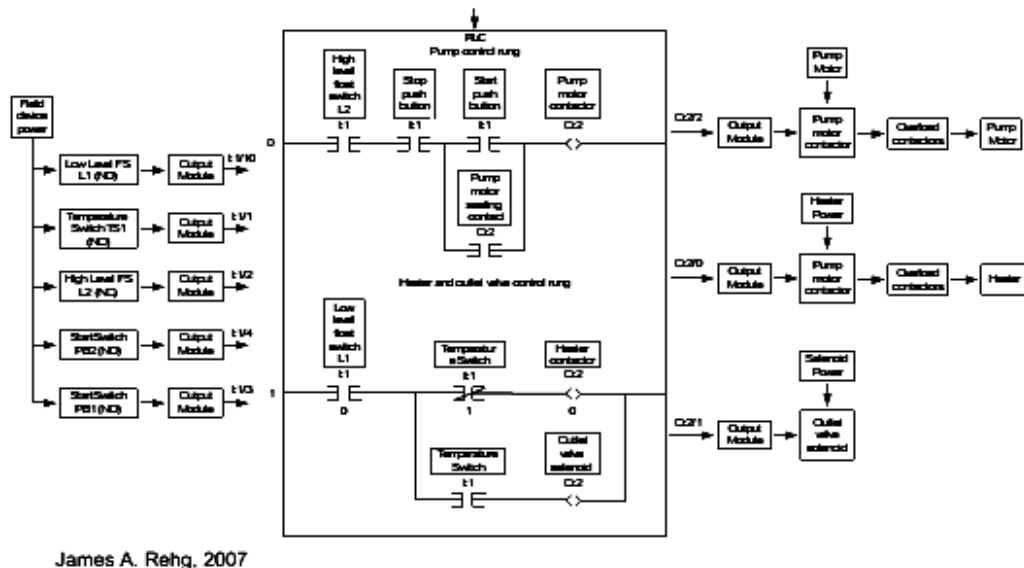
Untuk melacak kerusakan Sistem berbasis PLC, khususnya perangkat lunaknya juga diperlukan alat bantu. Alat bantu tersebut berupa: Diagram Blok, Pengelompokan (Bracketing), dan Analisis Aliran Sinyal.

6.1.1. Diagram Blok

Diagram blok adalah satu set kotak yang digunakan untuk menggambarkan bagian dari sistem secara keseluruhan. Setiap perangkat atau fungsi digambarkan dengan sebuah blok, misalnya blok modul input, blok modul output, dst.

Ciri-ciri diagram blok:

- Sistem yang kompleks digambarkan dengan sejumlah kotak sederhana
- Aliran informasi dari kiri ke kanan
- Struktur blok adalah sistem, sub-sistem, dan struktur program

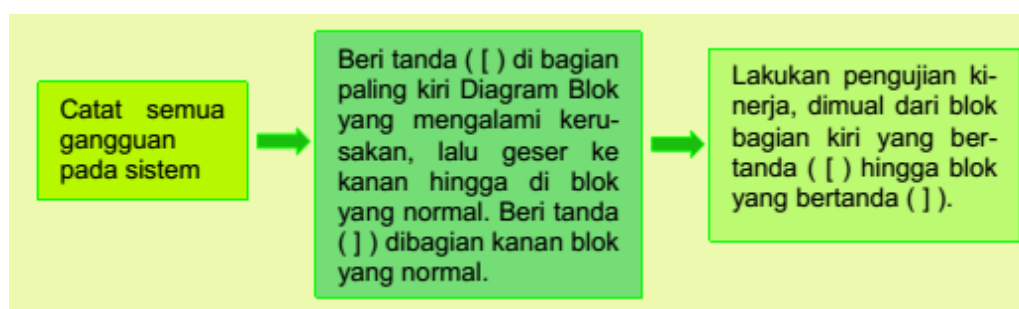


Gambar 56. . Contoh Blok Diagram Kontrol
Pengisian Tangki, Aliran Sinyal serta Aliran Daya

Diagram Blok suatu sistem biasanya tidak disediakan oleh vendor melainkan dibuat oleh tenaga ahli melalui teknik-teknik penyederhanaan sistem.

6.1.2. Pengelompokan (Bracket)

Pengelompokan adalah suatu teknik yang menggunakan tanda untuk meng-identifikasi bagian sistem (blok) yang rusak.



Gambar 57: Tahapan untuk Menentukan Pengelompokan

Teknik pelacakan dengan aliran sinyal secara umum dibagi menjadi dua:

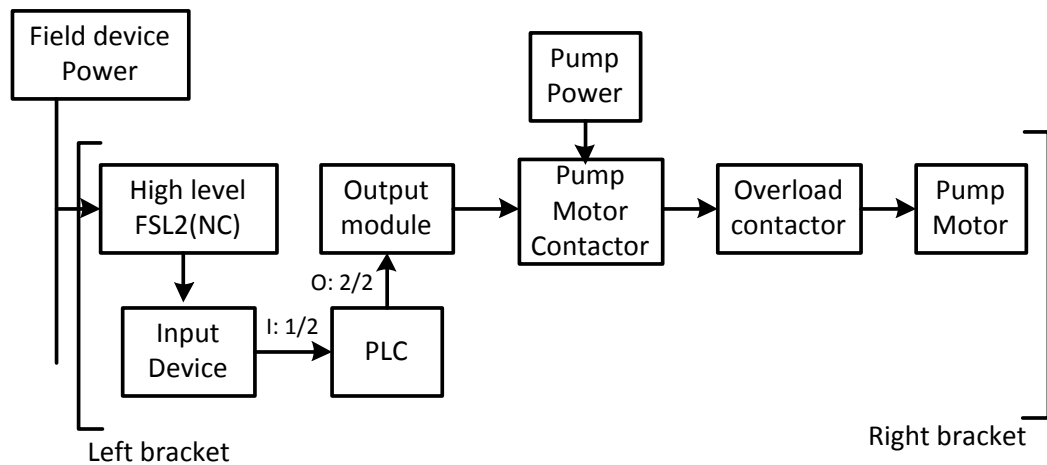
Aliran Daya: menggambarkan aliran daya dari sumber ke semua komponen sistem.

Aliran Informasi: menggambarkan aliran data dari sumber sampai ke bagian akhir.

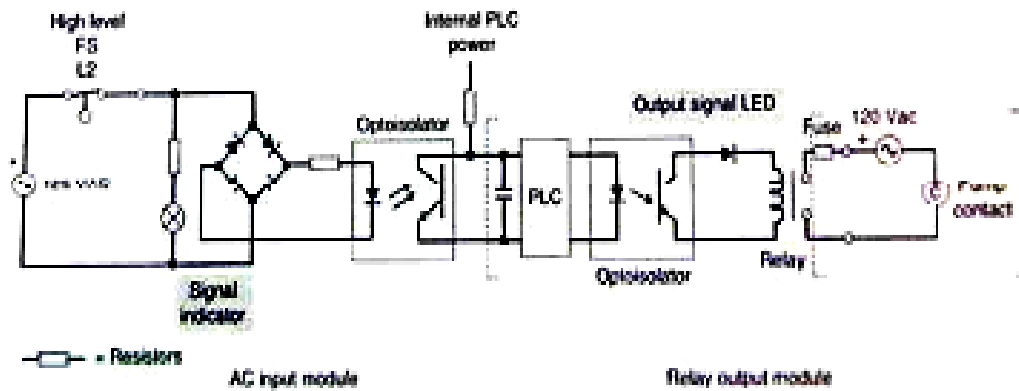


Sedangkan pola aliran sinyal pada umumnya mempunyai 5 pola/konfigurasi penyebaran, yaitu Linier, divergen, kon-vergen, umpan-balik atau pensaklaran.

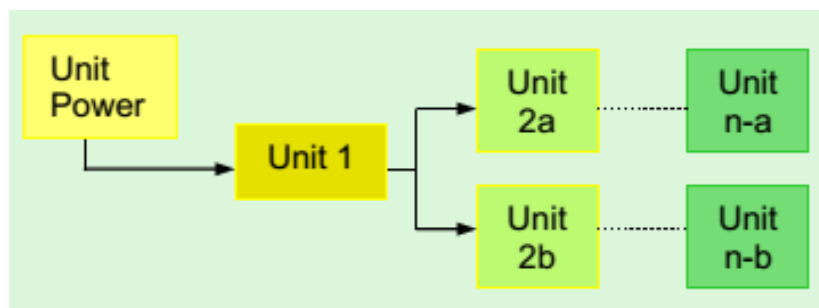




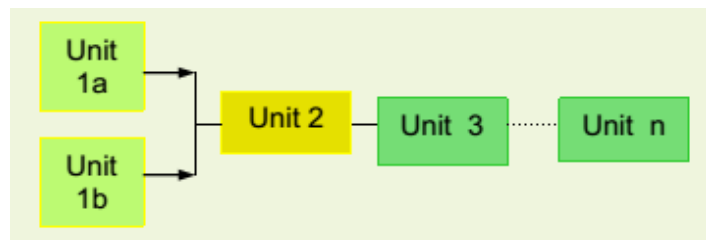
Gambar 58a: Aliran Sinyal pada Motor Pompa



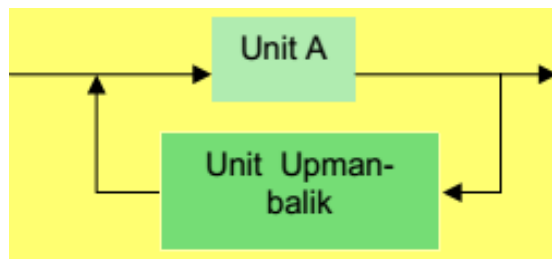
Gambar 58b :Rangkaian Modul input & Output



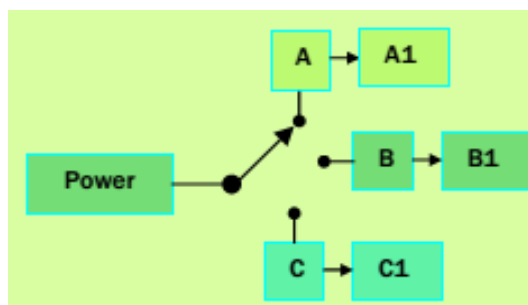
Gambar 59.: Konfigurasi Aliran Divergen



Gambar 60: Konfigurasi Aliran Konvergen



Gambar 61 : Konfigurasi Aliran dgn Umpan-balik



Gambar 62: Jalur Pensaklaran

Kenyataannya setiap sistem mempunyai konfigurasi kombinasi dari kelima konfigurasi tersebut.

6.1.3. Analisis Aliran Sinyal

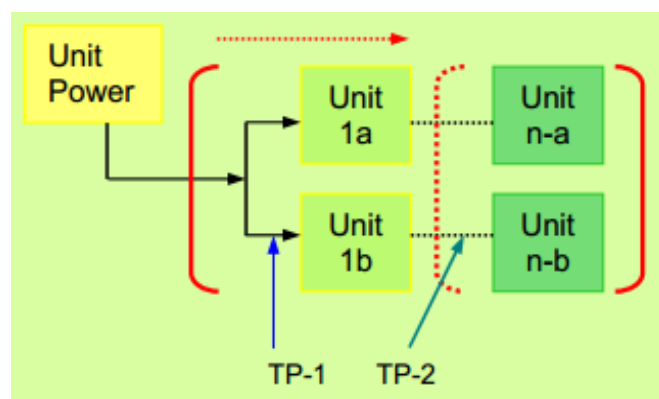
Tiap konfigurasi mempunyai aturan untuk mempercepat pencarian kerusakan.

ATURAN LINIER Jika kelompok kerusakan hampir terjadi pada tiap blok, lakukan pengujian pada bagian sebelum tanda ([) atau sebelum titik tengah area blok. Jika terjadi kesalahan sinyal, pindahkan tanda (]) ke

titik tsb. Tetapi jika hasil pengujiannya baik, pindahkan tanda ([) ke blok sebelah kanan tanda tsb.

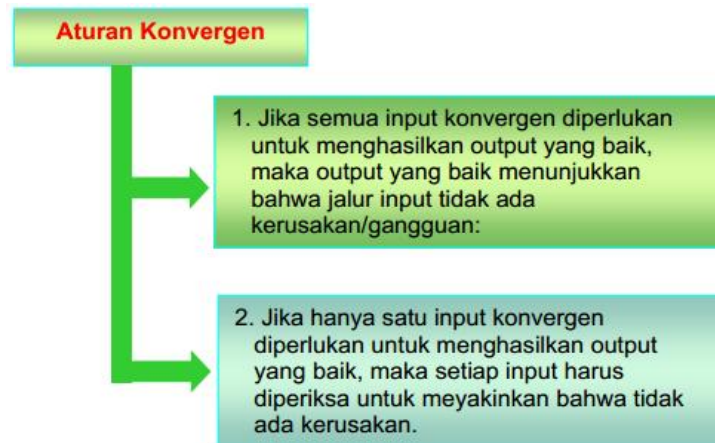
6.1.4. Aturan Divergen

Pengujian dimulai dari blok divergen paling kiri (TP-1). Jika daya tersalur dengan baik, ber-arti kerusakan bukan terjadi pada bagian power. Geser ([) satu blok ke kanan. Lakukan peng-ujian sinyal pada TP2. Jika hasilnya tidak baik (misalnya sinyal tidak ada atau cacat), maka kerusakan terjadi pada unit antara power dan TP-1. Jika hasil pengujian baik, maka geser ([) ke kanan dan lakukan pengujian seperti langkah sebelumnya.



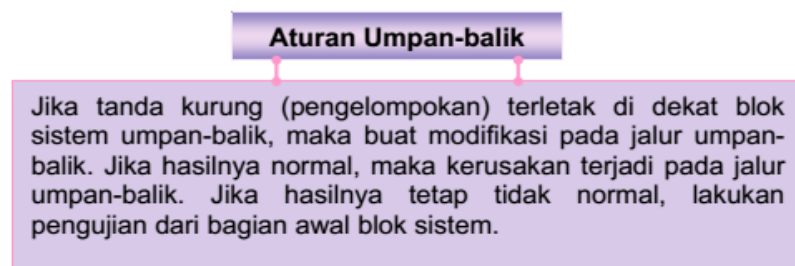
Gambar 63. Langkah Pelacakan pada Konfigurasi Devergen

6.1.5. Aturan Konvergen



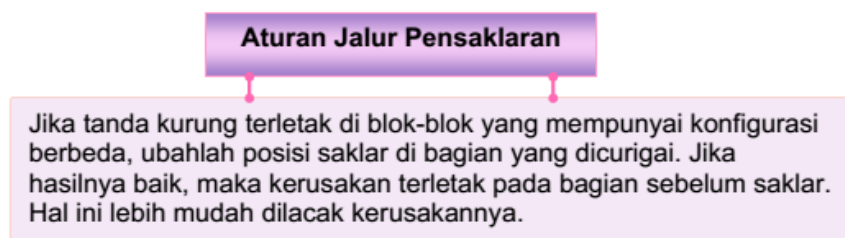
Gambar 64. Aturan konvergen

6.1.6. Aturan Umpan-Balik

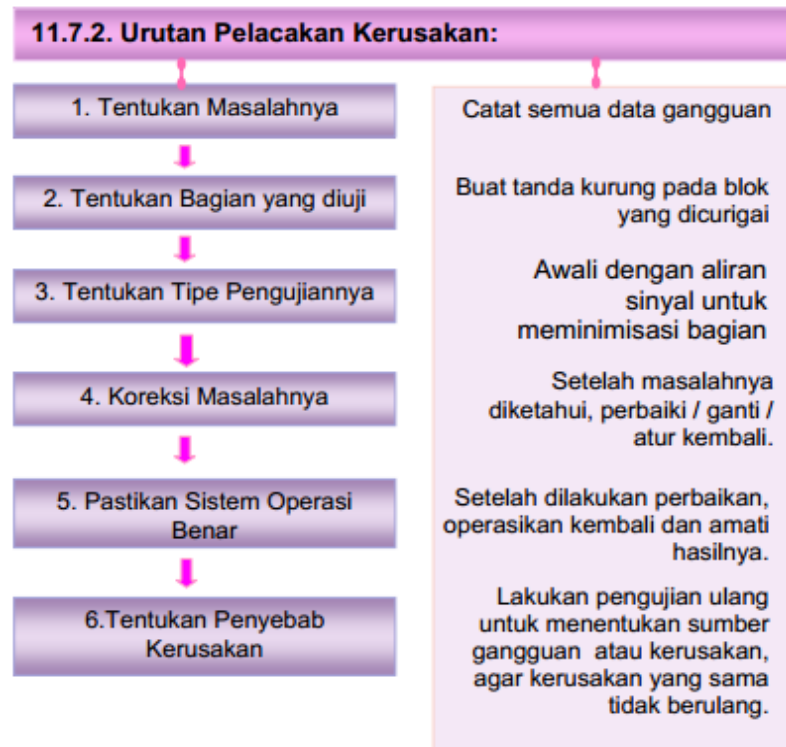


Gambar 64. Aturan Umpan Balik

ATURAN PENSAKLARAN



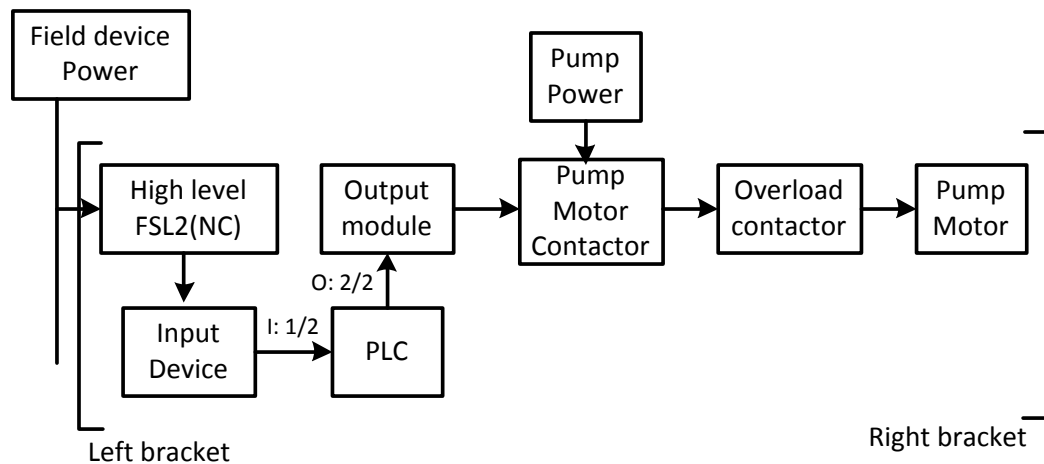
Gambar 65. Aturan Pensaklaran



Gambar 66. Urutan pelacakan kerusakan

Teknik-teknik pelacakan seperti telah dijelaskan pada bagian di atas dapat digunakan untuk melacak kerusakan pada perangkat perangkat input dan output PLC. Modul Input dan Output PLC sendiri pada umumnya telah dilengkapi dengan rangkaian-rangkaian indikator yang akan ON jika ada sinyal. Ini dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi ada atau tidaknya sinyal (karena ada gangguan pada bagian input atau output PLC).

Contoh: pelacakan kerusakan untuk kasus Kontrol Tangki Air



Gambar 67. Diagram kontrol sistem tangki air

Data sistem kontrol tangki saat ini:

Pompa untuk pengisian tangki tidak bekerja saat push button Start ditekan, sedangkan tangki dalam keadaan kosong. Indikator input-2 ON (saklar NC tertutup) dan ada tegangan pada terminal tsb. Indikator output-2 ON. Logika PLC O:2/2 aktif.

Penyelesaian masalah:

Dari data yang ada menunjukkan bahwa tidak ada masalah dengan saklar NC hingga modul input PLC. Jadi tanda ([) dapat digeser ke input PLC (output dari Modul Input). Bagian inipun juga tidak bermasalah, karena O:2/2 aktif berarti tidak masalah dengan jalur input hingga output PLC. Oleh karena itu, tanda ([) dapat digeser ke kanan Modul Output.. Melihat data pada indikator output PLC, kemungkinan kerusakan terjadi pada rangkaian out put yang menggunakan sekring. Periksa Modul Output yang sekringnya terbakar. Jika tiap port (terminal) menggunakan sekring, modul harus dilepas dan diperiksa bagian output, setelah output modul dibuka:

Pastikan bahwa sekring rusak. Ganti dengan yang baru, lalu pasang kembali Modul Output dan operasikan. Periksa kembali apakah kondisi sistem telah normal.

Tip Pelacakan yang lebih efektif:

Pindahkan modul output yang rusak ke slot output lain. Operasikan. Jika sistem bekerja dengan baik, ini berarti ada kerusakan pada pengawatan pada slot semula dimana modul berada. Jika sistem tetap tidak bekerja, maka kerusakan benar terjadi pada Modul Output

7. Pemeliharaan Pewaktu (Timer)

Di industri, suatu proses produksi seringkali terdiri dari beberapa step atau tahapan yang berurutan, yang dilakukan secara otomatis. Pada prinsipnya urutan tahapan proses tersebut adalah pengaturan waktu kerja suatu bagian sistem. Pengaturan ini dilakukan oleh alat yang disebut Pewaktu (Timer).

Pengaturan waktu oleh Timer dapat dilakukan secara mekanik, elektronik atau dengan instruksi-instruksi program dalam PLC.

















Pengaturan waktu oleh Timer dapat dilakukan secara mekanik, elektronik atau dengan instruksi-instruksi program dalam PLC.

7.1. Pewaktu (Timer) Relay Mekanik

Pengaturan waktu secara mekanik dapat dilakukan secara tetap atau variabel, tergantung gerakan kontak ketika koil diberi energi, melepaskan energi atau keduanya. Dalam diagram ladder, pewaktu ini disebut sebagai timing relay.

Timing relay mekanik menggunakan pneumatik untuk menunda waktu dengan cara mengontrol tekanan udara suatu lubang (orifice) selama tabung akumulator (bellow) mengembang atau mengempis. Penundaan waktu dilakukan dengan meng-set posisi jarum valve untuk mengubah besarnya gesekan orifice.

Relay pewaktu pneumatik ini memberikan pilihan waktu tunda ON atau OFF antara 0.05 detik hingga 180 detik, dengan akurasi $\pm 10\%$ dari set waktu keseluruhan. Setting ini sering bergeser, maka harus dilakukan pengesetan lagi secara periodik. Relay ini juga tersedia untuk tegangan AC dan DC, dengan arus antara 6-12 ampere dan tegangan antara 120 - 600 volt

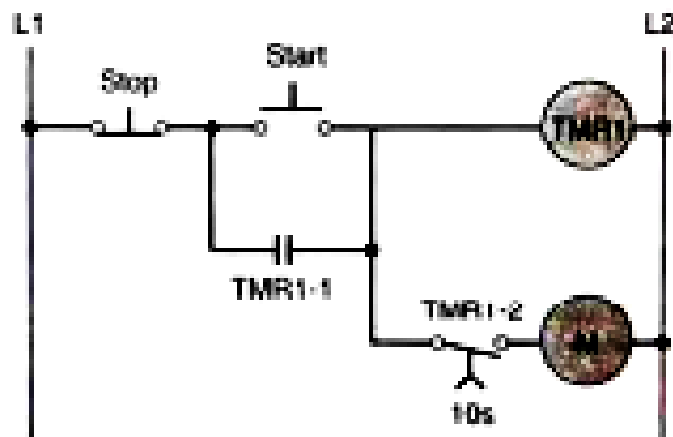
Description	Control	International/British	Electronic
Normally open timed closed NOTC (a)	 or 		
Normally closed timed open NCTO (b)	 or 		
Normally open timed open NOTO (c)	 or 		
Normally closed timed closed NCTC (d)	 or 		

Gambar 68 : Simbol Rangkaian untuk Relay

Contoh kasus: Sebuah sistem menggunakan motor yang harus mulai bekerja 10 detik setelah tombol Push Button START ditekan, dan akan berhenti jika tombol Push Button untuk STOP ditekan. Diagram Ladder untuk pengaturan kerja motor ini ditunjukkan pada Gambar 11-48. TMR1-

1 adalah Push Button (PB) yang akan terhubung (kontak/ON) dalam waktu sesaat saja; TMR1-2 adalah kontak yang telah diprogram untuk ON beberapa waktu kemudian setelah tombol Start ditekan. Dalam kasus ini tombol tsb diprogram untuk mulai ON 10 detik setelah PB Start ditekan.

Relay penunda waktu kontak tersedia dalam berbagai moda, seperti ditunjukkan pada Gambar 11.49 berikut ini. Pada dasarnya terdapat relay yang hanya kontak sesaat saja, dan ada juga relay akan bekerja (ON/OFF) selama waktu tertentu



Gambar 69: Diagram Ladder Relay untuk kasus pengaturan kerja motor.

1) Timed Contact

- Normally Open, Timed Closed (NOTC).
- Setelah koil dari relay diberi catu, kontak NO masih tetap terbuka hingga beberapa waktu tertentu, misalnya 5 detik. Setelah 5 detik, kontak akan otomatis berubah status dari terbuka (off) menjadi tertutup (on) dan akan tetap tertutup selama relay mendapat catu daya. Jika catu daya diputus, maka relay akan kembali terbuka
- ON delay timing relay
- Normally Closed, Timed Open (NOTC).
- Setelah koil dari relay diberi catu, kontak NC masih tetap tertutup hingga beberapa waktu tertentu, misalnya 5 detik. Setelah 5 detik, kontak akan otomatis

berubah status dari tertutup (off) menjadi terbuka (on) dan akan tetap terbuka selama relay mendapat catu daya. Jika catu daya diputus, maka relay akan kembali tertutup.

- Normally Open, Timed Open (NOTO).
- Setelah koil dari relay diberi catu, kontak NO akan berubah status menjadi tertutup dan akan tetap tertutup selama koil diberi catu. Saat catu daya diputus, kontak akan tetap tertutup hingga beberapa waktu tertentu, misalnya 5 detik. Setelah 5 detik, kontak akan otomatis berubah status dari tertutup menjadi terbuka
- OFF delay timing relay
 - Normally Closed, Timed Close (NOTO).
 - Setelah koil dari relay diberi catu, kontak NC akan berubah status menjadi terbuka dan akan tetap terbuka selama koil diberi catu. Saat catu daya diputus, kontak akan tetap terbuka hingga beberapa waktu tertentu, misalnya 5 detik. Setelah 5 detik, kontak akan otomatis berubah status dari terbuka menjadi tertutup.
-

2) Relay Kontak Sesaat

Relay jenis ini bekerja tidak tergantung pada proses waktu seperti kontak pewaktu (timing Contact). Jika koil diberi energi, maka kontak akan berubah status (misalnya dari Off menjadi ON) , dan jika catu daya diputus, maka kontak akan kembali ke kondisi semula (Off).

Tip memilih Timing Relay

- Sesuaikan dengan waktu penundaan yang diperlukan
- Pilih relay relay dengan rentang waktu tunda sesuai dengan yang diperlukan mesin atau proses
- Jika perlu pilih relay yang dapat diatur waktu tundanya untuk sesuai dengan proses industri yang diperlukan
- Pilih relay yang dapat diset ulang waktu tundanya
- Untuk kebutuhan kontrol, pilih rating arus, konfigurasi relay dan jumlah kontak waktu yang sesuai

7.2. Relay Pewaktu (Timer) Elektronik

Reay Pewaktu Elektronik lebih akurat dan dapat diulang kerjanya lebih cepat dibandingkan dengan relay pewaktu pneumatik, harganya juga lebih murah. Pada umumnya pewaktu elektronik memerlukan catu 24 hingga 48 VDC atau untuk jenis AC memerlukan catu 24 hingga 240 VAC. Relay elektronik terbuat dari bahan semi-konduktor dan dapat diatur waktu pensaklaran dari 0.05 detik hingga 60 jam dengan tingkat akurasi 5%, dan reliabilitas 0.2%



Gambar 70: Timer Elektronik

Sedangkan relay multifungsi elektronik dasarnya adalah relay yang dikontrol dengan mikroprosesor, yang dapat menghasilkan fungsi pewaktu 10 fungsi atau bahkan lebih banyak, dengan variasi pilihan ondelay atau off-delay lebih banyak, serta beberapa pilihan pulsa pada outputnya.

7.3. Instruksi-instruksi Pewaktu (Timer)

Instruksi Timer (pewaktu) pada PLC dapat berfungsi sebagai penunda waktu, baik on-delay maupun off-delay seperti pada peawaktu mekanik atau pneumatik. Terdapat beberapa kelebihan Instruksi Timer PLC dibandingkan dengan Timer Mekanik Kelebihan tsb antara lain:

Kelebihan Timer PLC dibandingkan dengan Timer Mekanik atau Pneumatik:

Waktu penundaan dapat diubah dengan mudah melalui program, tanpa harus mengubah pengawatannya; akurasinya lebih tinggi dibandingkan pewaktu mekanik/pneumatik, karena penundaan waktu dapat dibangkitkan dari prosesor PLC sendiri.

Akurasi dari waktu tunda akan terpengaruh jika program terdiri dari banyak rang, sehingga waktu pemindaian nya memerlukan waktu relatif lama. Instruksi penundaan waktu ini harus dipelajari secara khusus, karena setiap vendor mempunyai gramatik instruksi yang berbeda. Dimungkinkan untuk membuat Timer Bertingkat (Cascade Timer), yaitu sebuah Timer bekerja jika mendapat pemicu (trigger) dari Timer sebelumnya. Timer bertingkat diperlukan jika waktu tunda yang diperlukan melebihi kemampuan waktu yang telah disediakan oleh sebuah Timer

7.4. Melacak Gangguan Rang Ladder dengan Timer.

Beberapa petunjuk dan prosedur sistematis untuk pelacakan kerusakan sistem PLC seperti dijelaskan pada bab sebelumnya dapat digunakan. Pelacakan juga dapat dilakukan melalui instruksi PLC. Setiap vendor biasanya menyediakan fasilitas ini. Berikut ini akan dijelaskan cara melacak kerusakan Timer pada diagram ladder dengan menggunakan instruksi Temporary End.

1). Melacak kerusakan Timer pada Diagram Ladder

Kesulitan utama dalam melacak program timer dalam diagram ladder adalah untuk meyakinkan bahwa timer itu yang terganggu, karena eksekusi selalu terjadi sangat cepat sehingga sulit diamati. Beberapa tip berikut dapat digunakan untuk mengatasinya: x Lakukan pengujian dimulai dari urutan pertama, lalu tambahkan sebuah timer pada urutan berikutnya. Demikian seterusnya sampai seluruh urutan selesai

dioperasikan. x Jika waktu preset terlalu kecil, naikan semua waktu dengan kenaikan yang sama, lalu lakukan pengujian

2) Instruksi Temporary End (TND)

Instruksi ini sangat berguna untuk melacak beberapa program PLC, khususnya program Timer. Instruksi TND merupakan sebuah instruksi output. Berikut ini adalah salah satu penggunaan instruksi TND untuk melacak kerusakan pada kontrol robot pneumatik dua-as (dua sumbu).

Instruksi TDN adalah sebuah instruksi output, yang ditempatkan di output rang, digunakan untuk men-debug sebuah program. Jika logik sebelumnya benar, maka TDN menghentikan kerja prosesor dalam memindai file sisa program yang sedang diuji, lalu meng-update I/O dan memulai memindai program utama dari rang ke 0. Jika instruksi rTDN rang salah, maka prosesor akan terus memindai hingga instruksi TDN berikutnya atau hingga terdapat instruksi END.

8. Pemeliharaan Pencacah (Counter)

TIP pemeliharaan Pencacah

- Ujilah pencacah secara berurutan dimulai dari yang pertama, lalu tambahkan sebuah pencacah hingga semua urutan telah dioperasikan., seperti dijelaskan pada bagian 12.5.4 buku ini.
- Jika terdapat instruksi Reset, maka tentukan semua bit pencacah yang diperlukan pada proses eksekusi sebelum pencacah di reset.
- Gunakan instruksi SUS untuk meyakinkan status semua register dan bit pada titik kritis dalam diagram ladder.
- Jika hitungan tidak konsisten, bahwa periode transisi logik pencacah tidak lebih kecil dari waktu pindai (scan time).
- Hati-hati jika menggunakan pencacah untuk meng-update bit memori internal PLC dan fungsi-fungsi proses dalam PLC, karena waktu pindai dan waktu update internal biasanya lebih cepat daripada prosesnya

9. Pemeliharaan Instruksi Aritmatik

Kesulitan program dengan instruksi matematik pada umumnya ialah eksekusi rate yang tinggi dengan multi instruksi. Sedangkan masalah utama dalam pemeliharaan rang instruksi matematik ialah dalam menentukan sumber masalahnya itu sendiri, apakah dari dalam program atau dari data yang dimasukkan ke dalam instruksi matematik.

Instruksi Move juga dapat menimbulkan masalah operasional. Jika suatu bagian dari ladder yang melibatkan instruksi Move tidak bekerja dengan baik, maka petunjuk berikut ini dapat digunakan untuk melacak kesalahan tsb selama ada instruksi matematik.

Petunjuk Pemeliharaan

- Jika rang PLC dengan instruksi matematik tidak menghasilkan operasi yang benar, maka langkah pertama adalah memeriksa data dari proses melalui dialog box. Periksa data dari tabel input, integer dan floating point. (Setiap vendor memiliki format dialog yang berbeda). Periksa nilai yang ada di dalam register, yang dapat ditampilkan dalam format biner, oktal, hexa atau desimal, tergantung dari tipe data yang ada.
- Periksa status bit aritmatik, untuk menentukan apakah dalam keadaan overflow atau ada data yang dibagi dengan bilangan nol.
- Lakukan pengujian secara berurutan, satu rang setiap kali pengujian untuk meyakinkan bahwa setiap rang beroperasi dengan baik. Instruksi TDN dan SUS dapat digunakan. Ikuti petunjuk menggunakannya seperti telah dijelaskan pada bagian sebelumnya.
- Hati-hati dengan kondisi dimana nilai hitungan matematik digunakan untuk meng-update bit memori internal PLC dan menyebabkan suatu instruksi dieksekusi. Hal ini disebabkan oleh waktu pindai waktu up-date data internal jauh lebih cepat dibandingkan dengan proses pengolahan data eksternal.

10. Pemeliharaan Instruksi COMPARASON dan CONVERSION

Dalam industri otomasi manufaktur, nilai bilangan sering digunakan sebagai salah satu parameter masukan atau nilai yang perlu ditampilkan melalui monitor atau perangkat tampilan lainnya. Nilai suatu bilangan dapat dituliskan atau ditampilkan sesuai dengan sistem bilangan yang digunakan. Di dalam sistem otomasi terdapat 4 sistem bilangan diluar sistem yang biasa kita pakai (desimal), yaitu: biner, oktal, binary code decimal (BCD) dan hexadecimal.

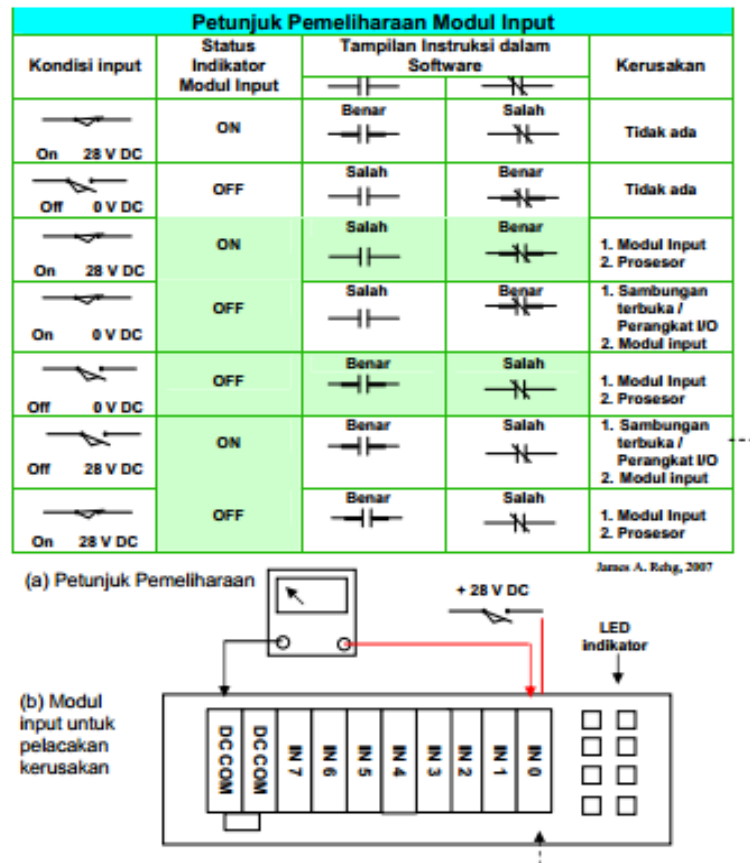
11. Pemeliharaan Program dengan Indikator-indikator Modul

Untuk mempermudah gambaran tentang sistem yang akan diperiksa, Gambar 12-39: Diagram Blok Kontrol Tangki dan Aliran Sinyal serta Aliran Daya dapat digunakan untuk kasus pelacakan ini, dari input hingga output. Kerusakan mungkin terjadi di bagian-bagian berikut ini:

- Pengawatan input & output antara perangkat input atau output dan modul-modul antarmuka (interface).
- perangkat Input dan Output/modul Catu Daya
- Perangkat-perangkat saklar mekanikinput
- Sensor-sensor input
- Aktuator-aktuator output
- Modul-modul I/O PLC
- Prosesor PLC

11.12.1. Analisis Pelacakan Modul Input

Dalam diagram aliran sinyal dan daya, modul input terletak kira-kira ditengah blok sistem, sehingga paling ideal digunakan untuk memulai pelacakan kerusakan. Setiap vendor mempunyai konfigurasi modul I/O yang berbeda. Berikut ini adalah contoh petunjuk pelacakan kerusakan modul input dari salah satu vendor PLC.



Gambar 71: Pelacakan Kerusakan Modul Input, Sebelum membaca deskripsi dari indikator, pelajari dahulu petunjuk pemeliharaan Gambar 11.59: (a). Troubleshooting guide.

Bagian yang rusak diberi tanda blok warna. Deskripsi setiap kemungkinan yang rusak dapat dilihat pada daftar berikut ini:

- Indikasi benar – tidak ada kerusakan
- Indikasi benar – tidak ada kerusakan
- Kondisi sensor, tegangan input, dan modul indikator benar, tetapi terdapat indikasi tidak benar pada instruksi ladder. Kemungkinan besar masalahnya ada pada titik I/O modul input. Kerusakan juga dapat disebabkan oleh prosesor. Tetapi karena kebanyakan kerusakan disebabkan oleh modul input, maka lepas modul yang rusak ganti dengan yang baru atau pindahkan modul yang rusak ke titik I/O lainnya
- Indikator modul dan instruksi ladder sesuai, tetapi tidak ada respon pada perangkat diluar, maka lakukan pengukuran tegangan input pada modul

seperti ditunjukkan pada Gambar 12- 59b. Jika hasil pengukuran 0 VDC, maka pengawatan pada titik atau jalur tsb kemungkinan putus atau sensor yang kurang baik kondisinya. Jika tegangann terukur 28 VDC, maka kerusakan terdapat pada titik I/O pada modul input, atau masalahnya terdapat pada catu daya. Atau jika pada input terpasang sekring, yakinkan bahwa sekring dalam keadaan baik.

- e. Status perangkat luar PLC, tegangan input dan indikator modul semua telah sesuai, tetapi terdapat ketidaksesuaian pada ladder. Maka masalah biasanya terdapat pada titik I/O modul input. Ada kemungkinan kerusakan terdapat pada prosesor. Tetapi kasus ini sangat jarang terjadi.
- f. Tegangan input, indikator modul, dan instruksi ladder telah sesuai, tetapi tidak sesuai dengan kondisi perangkat-perangkat di luar PLC.
- g. Tegangan input 28 VDC, perangkat luar PLC, dan instruksi ladder telah sesuai, tetapi modul indikator tidak sesuai. Periksa indikator di bagian modul input

Selama melakukan perbaikan Modul Input, hal-hal berikut perlu diperhatikan:

- Jika input diberi sekring, yakinkan bahwa sekring dalam keadaan baik/ tidak terbakar atau putus
- Jika input di-On-kan selama sensor bekerja, maka input akan Off perangkat luar PLC.
- Jika modul input ditengarai rusak, maka lepaskan dan pindahkan modul yang rusak tsb pada titik I/O lainnya yang dianggap masih baik, untuk meyakinkan bahwa kanal atau saluran dalam keadaan baik. Atau ganti modul yang rusak dengan yang baik. .
- Jika modul indikator dan ladder telah sesuai, lalu ukur tegangan input.
- Jika hasil pengukuran tegangan tsb telah sesuai dengan kondisi perangkat-perangkat diluar PLC, maka ini berarti bahwa masalahnya ada di dalam modul bagian input (bukan di bagian luar modul).
- Jika tegangan input tidak sesuai dengan kondisi perangkat luar PLC, maka masalahnya ada pada pengawatan atau











12. Analisis Kerusakan Modul Output

Lihat petunjuk pemeliharaan pada Gambar 12-62. Bagian yang diblok warna adalah bagian yang rusak. Deskripsi kerusakan dapat dilihat seperti keterangan berikut ini:

- a. Indikator benar (lampu menyala) – tidak ada kerusakan.
- b. Indikator benar (lampu menyala) – tidak ada kerusakan
- c. Instruksi output dan indikator output sesuai tetapi perangkat luar tidak sesuai. Kerusakan biasanya terjadi pada pengawatan yang terputus atau rangkaian output modul dalam kondisi tidak baik. Jika terdapat sekring pada output, maka periksa sekringnya. Kerusakan mungkin juga terjadi pada pengawatan yang terhubung singkat dengan jalur jala-jala.
- d. Status perangkat luar dan indikator modul sesuai, tetapi kondisi instruksi output tidak sesuai. Kerusakan mungkin terjadi pada titik I/O modul output. Kerusakan juga bisa disebabkan oleh prosesor, walaupun kemungkinan ini sangat kecil.

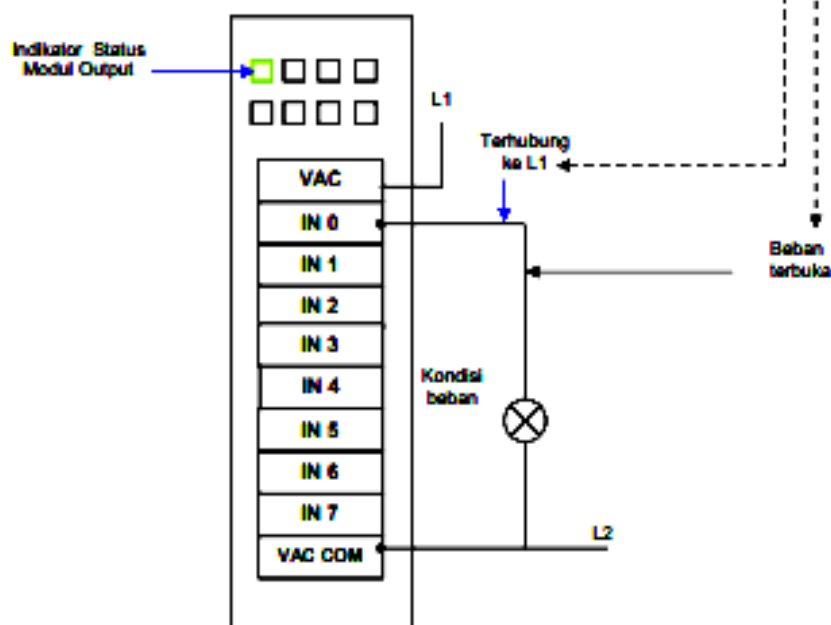
Selama melakukan perbaikan dengan menggunakan modul output deskrit, perhatikan hal-hal sbb:

- Banyak I/O modul output yang menggunakan sekring. Banyak diantaranya yang menggunakan indikator sekring. Sekring akan menyala jika terputus dan output di-ON-kan. Jika ini terjadi, periksa sekringnya. Kemudian periksa pengawatannya dengan menggunakan voltmeter untuk mengukur tegangan atau gunakan ohmmeter untuk mengetahui putus tidaknya sambungan pengawatan.
- Dapat juga digunakan fungsi force untuk mengaktifkan rang, tanpa menjalankan program laddernya, sehingga output yang rusak dapat diketahui

Petunjuk pemeliharaan modul input			
Tampilan Instruksi Software	Indikator Status Modul Output	Kondisi Perangkat Output	Kerusakan
Benar 	ON	 Energized - ON	Tidak ada kerusakan
Salah 	OFF	 De-energized - OFF	Tidak ada kerusakan
Benar 	ON	 De-energized - OFF	1. Perangkat I/O; sambungan terbuka 2. Modul output
Salah 	OFF	 Energized - ON	Sambungan perangkat output terbuka
Benar 	OFF	 De-energized - OFF	1. Modul output 2. Prosesor

(a) Petunjuk Pemeliharaan

James A. Rahg, 2007



Gambar 72: Pelacakan Modul Output Deskrit .
(a). Petunjuk pemeliharaan, (b). Pengukuran tegangan input

13. Perbaikan PLC Pneumatik

Perbaikan termasuk kegiatan pemeliharaan secara umum yang dilakukan terhadap alat yang mengalami gangguan atau kerusakan. Tujuannya ialah untuk memulihkan kondisi alat yang rusak sehingga dapat berfungsi kembali.

Kegiatannya antara lain :

13.1. Trouble Shooting PLC Pneumatik

Dengan melakukan pendekatan disain dan trouble shooting PLC pada flowchart Gb. 23, ada beberapa kondisi yang harus kita perhatikan untuk langkah-langkah tersebut, yaitu :

- Dalam mengintalasi I/O pastikan mana input terminal dan mana output terminal biasanya untuk type kecil kita bisa melihat informasi tertulis pada PLC tetapi untuk PLC type besar seperti C200H/HX/HG pada Omron untuk input ditulis ID,IA, IM dan output ditulis OD,OC, OA
- Kemampuan arus output pada PLC, karena untuk beban yang lebih besar seperti menghidupkan motor misalnya, tidak dapat langsung output PLC disuplaikan, tetapi perlu menggunakan relay sebagai pembantu.
- Tegangan I/O yang digunakan, untuk PLC bisa tegangan VAC dan VDC tergantung pilihan kita dan kecocokannya dengan type CPU. Untuk I/O dengan VAC dan VDC harus diperhatikan besar tegangan karena sangat erat hubungannya dengan input peralatan dan output peralatan,
- Jenis sensor yang digunakan PNP atau NPN yang harus disesuaikan dengan input PLC
- Jenis output, ada tiga jenis output yang tersedia yaitu :
 4. Ouput Relay digunakan untuk tegangan AC/DC
 5. Output Triac digunakan hanya tegangan AC
 6. Ouput Transistor digunakan hanya untuk teganngan DC
- Pastikan baut baut terminal I/O dalam kondisi kuat (tidak longgar)

- Pastikan kabel komunikasi antara PLC dengan PC dalam kondisi terhubung, dengan menghubungkan secara software (lihat indikasi pada CPU). Jika tidak terjadi komunikasi periksa kabel komunikasi atau salah Com pada software, artinya Com yang digunakan Com 1 atau Com 2.
- Pastikan alamat I/O pada PLC sesuai dengan alamat program yang kita buat

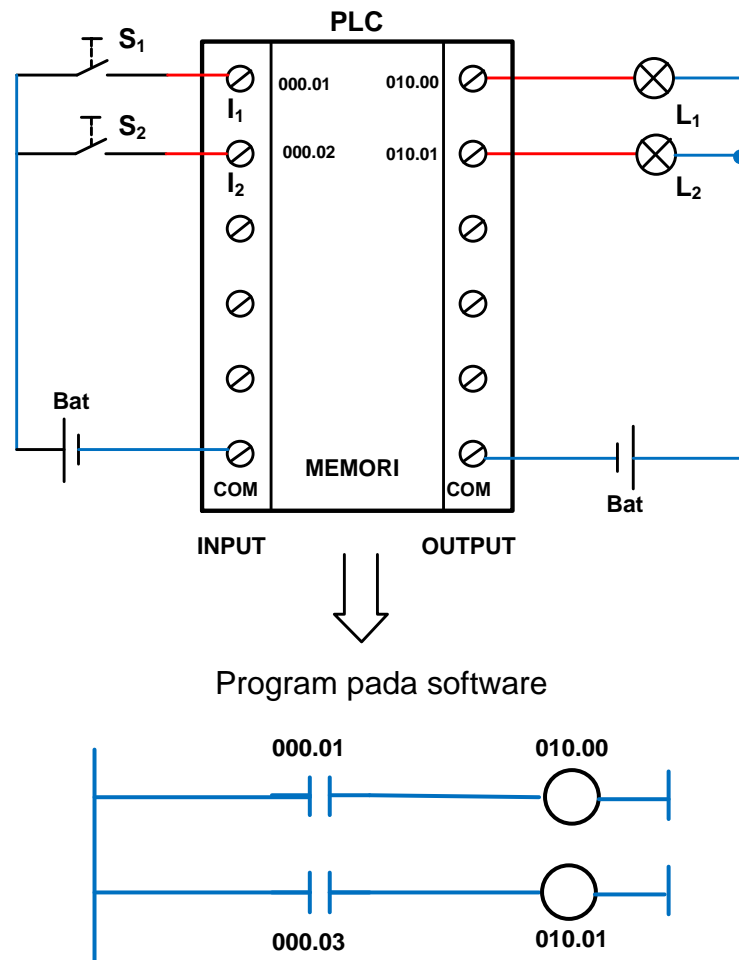
Apabila kondisi tersebut di atas tidak terpenuhi maka akan terjadi trouble. Jadi untuk mencari kesalahan kita selalu mengacu pada hal-hal tersebut di atas.

13.2. Perbaikan

Untuk melaksanakan perbaikan kerusakan, kita dapat mengacu pada sistematika perbaikan secara umum, baik langkah kerjanya maupun metodenya. Dalam hal perbaikan kerusakan pada penggunaan PLC ini kita akan langsung memberikan salah satu contoh perbaikan, sebagai berikut.

Contoh Soal 10 :

Pada gambar di bawah ini, setelah dilakukan pemograman pada PLC menerangkan apabila S1 ditekan maka L1 akan menyala dan apabila ditekan S2 maka L2 akan menyala. Tetapi pada kasus ini ternyata jika S2 ditekan L2 tidak menyala. Temukanlah kenapa L2 tidak menyala ketika S2 ditekan



Gambar 74. Instalasi PLC Pneumatik contoh 10

Penyelesaian;

Menurut program yang dibuat didalam software dengan alamat 000.03 tidak tersambung ke input S₂ dengan alamat 000.02 dalam hal ini program salah alamat seharusnya 000.03 di sana tertulis dengan 000.02. Oleh karena itu harus dikembalikan ke alamat yang dikehendaki yaitu 000.03. Ini namanya perbaikan dari kesalahan program.

14. Dokumentasi Pemeliharaan PLC pneumatik

Dokumentasi pemeliharaan PLC Pneumatik merupakan kelengkapan administrasi pemeliharaan yang akan membantu kelancaran pelaksanaan

kegiatan pemeliharaan itu sendiri. Dengan pendokumentasian yang baik, penyimpanan perangkat administrasi yang baik, kita akan lebih mudah untuk mencari arsip-arsip atau pun hal-hal yang kita perlukan.

- Manual Operasi (Operation Manual)
- Instalasi I/O dan maintenance manual
- Daftar spare part terutama yang penting-penting
- .Lembaran data komponen
- Diagram lay out dari system yang lengkap dengan label-label ,code pada peralatan
- Dokumentasi trouble shooting, laporan-laporan kerusakan dan permohonan perbaikan.
- Dokumentasi hasil perbaikan dengan Kartu Mesin (Maintenance Record)
- Print out atau hard copy dari program listing. Print out ini diperlukan sekali untuk traching perubahan program atau off-line editing pada programnya.
- Back-up atau salinan copy program pada disket. Hal ini sangat berguna kalau PLC mengalami kerusakan.

D. Aktivitas Pembelajaran

Proses pembelajaran pada menggunakan pendekatan ilmiah (saintifik). Langkahlangkah pendekatan ilmiah (scientific appoach) dalam proses pembelajaran meliputi menggali informasi melaui pengamatan, bertanya, percobaan, kemudian mengolah data atau informasi, menyajikan data atau informasi, dilanjutkan dengan menganalisis, menalar, kemudian menyimpulkan, dan mencipta. Seluruh materi yang ada pada setiap materi diupayakan sedapat mungkin diaplikasikan secara prosedural sesuai dengan pendekatan ilmiah.

Langkah awal untuk mempelajari materi adalah dengan melakukan pengamatan (observasi). Keterampilan melakukan pengamatan dan mencoba menemukan hubungan-hubungan yang diamati secara sistematis merupakan kegiatan pembelajaran yang sangat aktif, inovatif, kreatif dan menyenangkan. Dengan hasil pengamatan ini, berbagai pertanyaan lanjutan akan muncul. Dengan melakukan penyelidikan dan latihan lanjutan, peserta diklat akan memperoleh pemahaman yang makin lengkap tentang masalah yang kita amati. Adapun observasi yang Anda lakukan adalah dengan mengamati beberapa contoh sistem SCADA, HMI dan sistem PLC yang digunakan untuk SCADA MCS51 yang telah disediakan.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Apakah PLC itu? Apa kesamaan PLC dan komputer pribadi (PC)?
2. Apa keunggulan PLC dibandingkan dengan komputer?
3. Bagaimana PLC bekerja, jelaskan dengan singkat dengan menggunakan bahasamu sendiri.
4. Sebutkan bahasa pemrograman PLC yang disepakati IEC?
5. PLC bekerja berdasarkan instruksi-instruksi logika. Sebuah PLC mendapat 2 buah input A dan B, serta output X. Ketika kedua input berlogik 1, output akan berlogik 1. Jika salah satu input berlogik 0, output akan berlogik 0. Operasi logika apakah ini?

Tugas Kelompok

Buatlah sebuah program sederhana PLC untuk mengendalikan lampu dan AC di ruang belajar kalian. Lampu akan menyala saat cahaya matahari mulai redup. Set tingkat keredupan yang kalian inginkan. Sebaliknya, lampu akan padam sendiri jika kelas cukup terang. Set pula tingkat kecerahan cahaya yang kalian inginkan. AC akan aktif jika ruang kelas kalian panas dan akan mati saat suhu ruangan dingin. (Set suhu ruangan

yang kalian inginkan, misalnya antara 23-30 derajat C). Buat pula program tersebut agar lampu dan AC keduanya mati beberapa saat setelah ruangan tersebut kosong dan dikunci.!

F. Rangkuman

- Beberapa definisi PLC yang digunakan untuk menjelaskan pengertian PLC:
 - PLC merupakan sistem mikrokomputer yang dapat digunakan orang untuk proses-proses kontrol di industri
 - PLC merupakan komputer industrial yang khusus dirancang untuk kontrol mesin-mesin manufaktur dan sistem diberbagai bidang yang sangat luas.
 - PLC merupakan komponen elektronika khusus berbasis satu atau lebih mikroprosesor yang digunakan untuk mengontrol mesin-mesin industri.
- Kesamaan PLC dan PC:
 - mempunyai motherboard,
 - prosesor,
 - memori dan slot-slot untuk ekspansi
- Arsitektur PLC: Pada dasarnya PLC terdiridari bagian input, bagian pemroses, bagian memori, jalur-jalur untuk data (bus data) dan alamat (bus alamat), serta bagian output
- Prinsip kerja: Kerja PLC dimulaii dari menginisiasi program-program internal PLC, misalnya timer, notasi-notasi, dan sebagainya. Lalu akan mengambil data-data input yang didapat melalui antarmuka input. Data-data tersebut kemudian diproses sesuai dengan instruksi-instruksi yang tertulis dalam program. Hasil pemrosesan akan disalurkan ke outputmelalui antarmuka output, dan atau ke bagian lain sesuai dengan instruksi.
- Berdasarkan cara operasinya, PLC dibedakan menjadi 3:
 1. Rack atau Sistem berbasis Alamat
 2. Sistem Berbasis Tag
 3. Soft PLC atau Kontrol berbasis PC
- Standar bahasa pemrograman PLC yang disepakati yaitu:
 - Ladder Diagram (LD)
 - Function Block Diagram (FBD)
 - Structure Text (ST)
 - Instruction List (IL)

- Sequential Function Charts (SFC)
- x Semua program PLC dibuat berdasarkan urutan logika. Dasar Instruksi diekspresikan melalui operasi-operasi logika. Operasi-operasi dasar logika tersebut ialah: AND (menggambarkan rangkaian seri), OR (menggambarkan rangkaian paralel) dan NOT (menggambarkan rangkaian inverter). Dari ketiga dasar ini dapat dikembangkan rangkaian-rangkaian lainnya yang merupakan kombinasi dari ketiganya.
- Karena biasanya PLC digunakan pada tegangan listrik AC, maka kita harus berhati-hati agar jangan sampai tersengat listrik. Oleh karena itu, prosedur keamanan kerja harus dipatuhi.
- Pemeliharaan PLC meliputi pemeliharaan perangkat keras dan perangkat lunak. Dari banyak kasus, kerusakan terbanyak adalah pada saklar-saklar input. Kerusakan bisa disebabkan oleh usia komponen, korosi, atau patah lidah saklarnya.
- Untuk mencari kerusakan pada sistem berbantuan PLC, biasanya diperlukan metode pelacakan. Dalam hal ini bisa berupa diagram blok, pengelompokan atau analisis aliran sinyal. Pemeliharaan perangkat lunak biasanya merupakan pemeliharaan program kontrol. Pelacakan dapat dilakukan melalui instruksi-instruksi kontrol, sub-rutin, atau alamat langsung maupun tidak langsung dan indeks.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Umpan Balik

Sudahkah anda mampu:

- Mengidentifikasi komponen pada rangkaian PLC
- Mengidentifikasi sistem pada rangkaian mikrokontroler
- Mendiagnosis kerusakan pada sistem HMI
- Mendiagnosis kerusakan pada sistem SCADA

Tindak Lanjut

- Peserta didik dapat melakukan troubleshooting pada sistem rangkaian mikrokontroler

- Peserta didik dapat melakukan troubleshooting pada sistem rangkaian PLC
- Peserta didik dapat melakukan troubleshooting pada sistem HMI
- Peserta didik dapat melakukan troubleshooting pada sistem SCADA

H. Kunci Jawaban

Pembahasan tugas dapat dilihat pada uraian materi

DAFTAR PUSTAKA

- . Permendiknas No 20 tahun 2007 tentang *Standar Penilaian Guruan*. Jakarta:Depdiknas
- . Permendiknas No 22 tahun 2006 tentang *Standar Isi Guruan*. Jakarta: Depdiknas
- Albert D Helfrick, *Practical Repair and Maintenance of Communication Equipment*, PHI, 1983
- Anwar. Choirul. 2012. "Cara Membuat Program PLC dengan Software CX Programer, CX Simulation, CX Designer". (www.belajarplc.com) online, diakses Oktober 2015.
- Artanto, Dian. (2012). "60 Aplikasi PLC-Mikro". Jakarta: Penerbit PT Elex Media Komputindo.
- Curtis Johnson, *Process Control Instrumentation Technology*, 4th edition, PHI, 1997
- Daniel L. Metzger, *Electronic Component, Instruments, And Troubleshooting*, PHI, 1981
- Daniel R Tomal & Neal S Widmer, *Electronic Troubleshooting*, Mc Graw Hill, 1993
- David A. Bell. *Electronic Instrumentation and Measurement*, PHI, 1983
- Djemari Mardapi. 2008. *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes*. Jogjakarta: Mitra Cendikia Offset

- Eko Haryono. 2011. Efektivitas Pembelajaran Teknik otomasi industri Berbasis Mind Map Methode dengan Menggunakan Media Grafis Komik dalam Meningkatkan Kreativitas Berpikir Siswa Kelas VII SMP Muhammadiyah 3 Depok Sleman. Skripsi Prodi Pendidikan Teknik otomasi industri Fakultas Sainteks UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Ernest O. Doebelin, Sistem Pengukuran Aplikasi dan Perancangan, 2nd Edition, Erlangga, 1992
- Fachkunde Mechatronics, Europa, Lehrmittel, 2005
- Frans Gunterus, Falsafah Dasar Sistem Pengendalian Proses, Elex Media Komputindo, 1977
- Friedrich, Tabellenbuch Electrotechnik Elektronik, ÜmmerBonn, 1998
- GC Loveday, Electronic Fault Diagnosis, , Pitman Publishing Limited, 1977
- GC Loveday, Electronic Testing And Fault Diagnosis, Pitman Publishing Limited, 1980
- Hamzah B. Uno, dkk. 2001. *Pengembangan Instrumen untuk Penelitian*. Jakarta: Delima Press
- Harmin, Merril dan Melanie Toth. (2012). "Pembelajaran Aktif yang Menginspirasi". Jakarta: PT Indeks.
- Ismul Fariks. 2007. *Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas X MA Wahid Hasyim Sleman Dalam Pembelajaran Teknik otomasi industri Dengan Pendekatan Open Ended*. Yogyakarta: Skripsi pada Prodi Guruan Teknik otomasi industri Fakultas Sainteks UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
- Iwan Setiawan, Programmable Logic Controller (PLC) & Teknik Perancangan Sistem Kontrol. Yogyakarta: Andi, 2006.
- James, A. Rehg, Programmable Logic Controllers, PHI, 2007
- Joel Levitt, Preventive and Predictive Maintenance, Industrial Press, 2002
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan , Instalasi Motor Listrik. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan , Sensor dan Aktuator. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.

Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan , Sistem Kontrol Terprogram.
Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.

Klaus Tkotz, Fachkunde Elektrotechnik, Europa, Lehrmittel, 2006

Lucas M. Faulkenberry, System Troubleshooting Handbook, John Wiley & Sons, 1986

Richard E. Gaspereni, Digital Troubleshooting, Movonics Company, 1976

Rusman. (2011). "Model-model Pembelajaran Mengembangkan Profesional Guru". Jakarta: Rajawali Press.

Schuler-McNamee, Modern Industrial Electronics, McGraw-Hill, International Edition, 1993

Somantri, Oman. 1993. Sistem Pengontrolan Motor di Industri. Cet-1. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdikbud, Jakarta

Surachmad, Winarno. (1980). "Metodologi Pengajaran Nasional". Bandung: Penerbit C.V. Jemmars.

Thorndike, R.L. & Hagen E.P. 1977. *Measurement and Evaluation in Psychology and Education*. New York: John Willey & Sons

Utari Sumarmo. 2010. *Berfikir Logis, Kritis, Kreatif dan Budi Pekerti: Apa, Mengapa dan Bagaimana Dikembangkan pada Siswa*. Yogyakarta: Makalah disajikan pada Seminar Nasional di Universitas Negeri Yogyakarta, 17 April 2010

Widyanahar, N.A. _____. Pemanfaatan Programmable Logic Controller dalam Dunia Industri. Instrumenstasi (<http://www.elektroindonesia.com/elektro/instrum11.html>) online, diakses 19 April 2013

Wikipedia. (2013, Agustus 27). Jaringan Nirkabel. Dipetik November 25, 2013, dari Wikipedia: http://id.wikipedia.org/wiki/Jaringan_nirkabel

Wikipedia. (2013, April 7). Komunikasi intrapersonal. Dipetik November 10, 2013, dari Wikipedia: http://id.wikipedia.org/wiki/Komunikasi_intrapersonal

Wikipedia. (2013, Juni 1). Kabel. Dipetik November 25, 2013, dari Wikipedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/Kabel>

Wikipedia. (2013, September 10). Telekomunikasi. Dipetik November 10, 2013, dari Wikipedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/Telekomunikasi>

Wikipedia. (2013, September 19). Modem. Dipetik November 25, 2013, dari

Wikipedia. (2013, September 27). Komunikasi. Dipetik November 10, 2013, dari Wikipedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/Komunikasi>

Wikipedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/Modem> Wikipedia. (2013, Agustus 4). Server. Dipetik November 25, 2013, dari Wikipedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/Server>

William Bolton, Programmable Logic Controller. Jakarta:Erlangga, 2003.